DIE RÄUMLICHE VERTEILUNG

DER

METEOROLOGISCHEN ELEMENTE IN DEN ZYKLONEN

(EIN BEITRAG ZUR ENTWICKLUNGSGESCHICHTE DER ZYKLONEN)

VON

DR. STANISLAV HANZLÍK

Prag

Mit 5 Textfiguren und 5 Tafeln.

VORGELEGT IN DER SITZUNG VOM 16. NOVEMBER 1911.

Diese Arbeit bildet ein Gegenstück zu meiner in den Denkschriften erschienenen Abhandlung über die räumliche Verteilung der meteorologischen Elemente in den Antizyklonen (Denkschriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Band LXXXIV, Jahrgang 1908). Daß es sich als notwendig erweisen dürfte auch die Zyklonen in einer ähnlichen Weise zu untersuchen, wie es bei der Bearbeitung der Antizyklonen geschah, wurde mir schon während der zitierten Arbeit klar. Wie die Antizyklonen so sind auch die Zyklonen ein maßgebender Faktor für die Witterung unserer Breiten. Der Beweis bedeutender und charakteristischer Änderungen der meteorologischen Elemente in den Antizyklonen (in ihrer zeitlichen Entwicklung), der in der zitierten Arbeit erbracht wurde und gewiß auch teilweise zur Klärung der Streitfrage über die Theorie der Antizyklonen beigetragen hat, regte die fast selbstverständliche Frage an, was für eine Verteilung der meteorologischen Elemente in den Zyklonen vorhanden sei, in welcher Beziehung dieselbe zu ihrer zeitlichen Entwicklung stehe und ferner, welche die gleichzeitigen meteorologischen Verhältnisse der beiden Wirbel seien.

Ich habe darum bei der Bearbeitung dieses Themas, das die Zyklonen behandelt, dieselbe Methode benutzt wie bei der zitierten Arbeit über die Antizyklonen, in der Absicht, jedem Kapitel der erwähnten Abhandlung über die Antizyklonen ein entsprechendes Kapitel über die Zyklonen gegenüberzustellen, so daß die Kontraste zwischen den Zyklonen und Antizyklonen sofort hervortreten. Es enthält die vorliegende Abhandlung schließlich nicht nur das im Titel dieser Arbeit bezeichnete Thema, sondern auch Schlußfolgerungen über die Beziehungen der beiden Wirbel, des Hoch- und des Tiefdruckgebietes.

Ich ging wieder von den Beobachtungen auf dem Sonnblick aus: Aus den täglichen Wetterkarten der Wiener meteorologischen Zentralanstalt sind für die Jahre 1887 bis einschließlich 1905 jene Tage notiert worden, an welchen um 7^a (Morgentermin) die Station Sonnblick im Gebiete einer Zyklone innerhalb der auf das Meeresniveau reduzierten Isobare von 760 *mm* sich befand.

Tabelle 1.

Temperaturen bei den verschiedenen Windrichtungen.

		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
Jänner	Min.	−24·0	−27·0	?	?	?	?	−21·6	−16·4	−18·0	−18·6	−18·2	−21·4	?	−15·1	−22·2	−23·6	?
	Max.	?	−12·6	−11·5	?	?	−14·5	?	?	− 8·4	−13·6	− 4·6	− 8·6	?	?	− 7·4	−11·0	−18·4
	Ampl.	?	**14·4**	?	?	?	?	?	?	**9·6**	**5·0**	**13·6**	**12·8**	?	?	**14·8**	**12·6**	?
Februar	Min.	?	−24·4	−19·6	?	−21·0	?	−15·8	?	−21·2	−17·0	−19·8	−18·6	−19·4	−18·5	?	?	−13·3
	Max.	−13·5	?	?	−17·6	?	?	−12·2	?	− 9·2	?	− 8·6	−13·0	−12·2	−11·0	−10·0	?	−11·0
	Ampl.	?	?	?	?	?	?	**3·6**	?	**12·0**	?	**11·2**	**5·6**	**7·2**	**7·5**	?	?	**2·3**
März	Min.	−20·8	−26·2	−18·8	−30·2	?	?	−15·4	?	−13·8	−13·4	−17·2	−15·6	−15·4	?	−22·4	−21·8	?
	Max.	−10·4	?	?	?	−10·6	− 8·8	−11·0	− 8·0	− 5·2	− 9·0	− 5·6	− 7·6	− 8·0	?	− 8·7	?	?
	Ampl.	**10·4**	?	?	?	?	?	**4·4**	?	**8·6**	**4·4**	**11·6**	**8·0**	**7·4**	?	**13·7**	?	?
April	Min.	−14·8	?	−16·0	−19·0	?	?	?	?	− 9·6	−11·2	−10·2	−15·0	−19·2	−11·5	−18·8	−15·4	?
	Max.	− 8·6	?	− 8·8	− 8·8	− 9·2	− 6·2	− 6·0	?	− 4·2	?	− 4·4	− 6·0	− 5·2	?	− 5·0	?	?
	Ampl.	**6·2**	?	**7·2**	**10·2**	?	?	?	?	**5·4**	?	**5·8**	**9·0**	**14·0**	?	**13·8**	?	?
Mai	Min.	?	?	−16·2	−12·8	− 9·2	?	− 6·1	?	− 4·6	?	− 8·6	−11·6	−5·4?	−11·2	− 9·2	−15·2	−15·4
	Max.	− 4·8	− 7·6	− 4·0	?	− 2·6	− 2·6	− 2·0	− 3·4	− 2·4	− 1·0	− 2·6	− 1·2	− 3·0	?	?	?	− 0·2
	Ampl.	?	?	**12·2**	?	**6·6**	?	**4·1**	?	**2·2**	?	**6·0**	**10·4**	**2·4**	?	?	?	**15·2**
Juni	Min.	?	− 7·4	?	− 8·6	− 5·6	?	− 2·4	?	− 3·0	?	− 2·8	− 1·3	?	?	?	?	?
	Max.	?	− 3·3	?	+ 0·4	− 2·8	?	− 0·8	?	?	?	+ 0·2	+ 1·2	+ 2·6	0·0	+ 1·0	?	?
	Ampl.	?	**4·1**	?	**9·0**	**2·8**	?	**1·6**	?	?	?	**3·0**	**2·5**	?	?	?	?	?
Juli	Min.	− 6·2	?	− 7·2	?	− 4·2	?	?	+ 0·4	?	− 1·6	− 0·8	?	?	?	?	?	− 2·0
	Max.	?	?	?	?	?	?	?	+ 1·4	?	?	+ 2·4	+ 5·6	+ 3·6	?	?	+ 3·6	?
	Ampl.	?	?	?	?	?	?	?	**1·0**	?	?	**3·2**	?	?	?	?	?	?
August	Min.	?	− 5·8	− 3·8	?	?	?	?	?	+ 0·2	?	0·0	?	− 1·0	?	− 5·7	?	?
	Max.	− 1·0	0·0	+ 1·6	− 1·0	?	?	?	?	+ 4·0	+ 3·0	+ 2·8	+ 3·0	?	− 0·6	?	?	?
	Ampl.	?	**5·8**	**5·4**	?	?	?	?	?	**3·8**	?	**2·8**	?	?	?	?	?	?
September	Min.	?	?	− 7·0	− 8·4	?	?	?	− 3·0	?	?	− 7·0	− 4·0	− 7·2	− 1·0	?	?	?
	Max.	− 2·8	?	?	− 3·8	?	?	?	0·4	?	?	+ 2·2	+ 2·0	− 1·0	?	− 3·4	?	?
	Ampl.	?	?	?	**4·6**	?	?	?	**3·4**	?	?	**9·2**	**6·0**	**6·2**	?	?	?	?
Oktober	Min.	− 9·2	−10·4	−11·8	?	?	?	?	− 5·6	− 6·2	−11·0	−12·8	− 7·6	−15·4	− 9·0	−10·8	?	?
	Max.	?	?	?	−12·2	− 4·6	?	?	?	− 2·0	?	− 0·4	− 0·3	+ 1·6	?	− 3·4	?	?
	Ampl.	?	?	?	?	?	?	?	?	**4·2**	?	**12·4**	**7·3**	**17·0**	?	**7·4**	?	?
November	Min.	?	?	?	?	−12·5	?	?	?	−10·2	− 9·2	−15·0	−15·7	−14·2	?	?	−19·6	−12·8
	Max.	− 6·6	?	−12·0	?	− 9·9	− 8·8	− 7·5	− 6·8	− 6·4	− 6·4	− 6·4	− 5·4	− 6·4	−14·9	?	−11·2	?
	Ampl.	?	?	?	?	**2·6**	?	?	?	**3·8**	**3·8**	**8·6**	**9·3**	**8·8**	?	?	**8·4**	?
Dezember	Min.	−23·2	?	−25·4	?	−17·0	?	?	?	?	−16·0	−20·2	−13·4	−18·8	−19·2	?	−15·8	?
	Max.	− 9·2	?	− 7·2	?	?	?	−11·0	?	− 8·5	− 8·0	− 9·2	− 8·0	− 4·4	− 8·8	?	?	?
	Ampl.	**14·0**	?	**18·2**	?	?	?	?	?	?	**8·0**	**11·0**	**5·4**	**14·4**	**10·4**	?	?	?

Für alle diese Tage wurde die Temperatur und die Windrichtung auf dem Sonnblick exzerpiert und die Temperaturangaben nach den Windrichtungen geordnet. So bekommt man für jede Windrichtung eine Reihe von verschiedenen Temperaturen, die Extreme derselben und die Amplitude, und zwar jeden Monat der erwähnten Periode 1887 bis 1905, wie Tabelle auf p. 2 [68] ersichtlich macht.

Diese Tabellen zeigen, daß in den Zyklonen die Lufttemperatur während eines und desselben Monats für jede beliebige Windrichtung eine bedeutende Amplitude aufweisen kann, was besonders für die Winterhälfte und für die Windrichtungen von W bis N gilt.

Es war naheliegend, einen Vergleich zwischen den extremen Temperaturen zu machen, die in den Minimis und in den Maximis des Luftdruckes vorkommen können. Um dies übersichtlich vor die Augen zu stellen, habe ich solche kurze Tabellen für die acht Windrichtungen und für die vier Jahreszeiten zusammengefaßt. (Siehe p. 4 [70].)

Der Unterschied zwischen den beiden Tabellen ist auffallend. Man sieht, daß die Minima der Temperaturen in den Antizyklonen tiefer liegen als in den Zyklonen, die Maxima der Temperaturen höher, so daß die Amplituden der in dem Hochdruckgebiete vorkommenden Temperaturen bedeutend größer sind als in dem Tiefdruckgebiete. Teilen wir die Strömungen in den Hoch- und Tiefdruckgebieten kurz in Nord- und Südströmungen, so kann man über sie auf Grund dieser Tabellen folgendes aussagen:

1. Die niedrigsten Temperaturen der Nordströmung bleiben innerhalb der Antizyklone. Der Zweig der kalten Nordströmung ist innerhalb der Antizyklone einer stärkeren Erwärmung fähig als derjenige innerhalb der Zyklone.

2. Die warme Südströmung weist eine höhere Temperatur in dem Gebiete der Antizyklone als in dem der Zyklone auf.

Es kommen also die höchsten und die tiefsten Temperaturen im Hochdruckgebiete vor.

Die Erkenntnis solcher bedeutender Amplituden der Temperatur in den Zyklonen gab natürlich Veranlassung, auch bei den Zyklonen einen Unterschied zwischen den »warmen« und »kalten« zu machen. Die Amplitude der Temperatur für jede Windrichtung (auf dem Sonnblick) wurde in vier gleiche Temperaturintervalle geteilt. Entsprechend dem Intervalle, in welches nun die Temperatur fiel, wurde die Luftströmung als »warm«, »mäßig warm«, »mäßig kalt« und »kalt« und ebenso auch die Zyklone als »warm«, »mäßig warm« etc. bezeichnet.

Das Hauptmaterial dieser Arbeit bilden die Beobachtungen an den europäischen Bergstationen; als Beleg der aus diesen gewonnenen Schlüsse wurden die Beobachtungsdaten der freien Atmosphäre benutzt. (Das preußische aeronautische Observatorium.) Die hier benützten Ballons sondes-Aufstiege sind sehr spärlich.

Um sich von den Luftströmungen über dem Sonnblickniveau eine Vorstellung zu machen, wurden die zahlreichen Beobachtungen über die Cirruszüge, die von den preußischen Stationen durchgeführt werden, benutzt. Dazu kommen auch die Beobachtungen des Wolkenjahres. Die Daten der amerikanischen Observatorien kamen in dieser Abhandlung nicht zur Verwertung; sie sollen das Material einer Ergänzungsarbeit bilden.

Es zerfällt demnach die vorliegende Arbeit in drei Abteilungen:

A. Die europäischen Bergobservatorien.
B. Die Cirrusstationen.
C. Die freie Atmosphäre.

Tabelle 2.

Antizyklone.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
				Winter				
Min.	− 31·5	− 31·5	− 30·6	− 21·6	− 24·8	− 21·4	− 21·4	− 31·5
Max.	− 1·8	− 3·4	− 3·1	− 6·2	− 1·9	− 2·2	− 2·4	− 1·8
Ampl.	**29·7**	**28·1**	**27·5**	**15·2**	**22·9**	**19·2**	**19·0**	**29·7**
				Frühling				
Min.	− 32·4	− 30·2	− 30·2	− 26·8	(− 13·0)	− 21·8	− 24·8	− 32·6
Max.	+ 4·0	+ 4·0	− 5·0	− 6·4	− 6·0	− 3·4	+ 2·4	+ 2·4
Ampl.	**36·6**	**34·2**	**25·2**	**20·4**	**(7·0)**	**18·4**	**27·2**	**35·0**
				Sommer				
Min.	− 9·2	− 11·4	− 11·3	?	(− 3·8)	− 9·2	− 9·2	− 9·0
Max.	+ 8·0	+ 7·8	+ 5·2	?	(+ 0·2)	+ 5·4	+ 7·8	+ 6·8
Ampl.	**17·6**	**19·2**	**16·5**	?	**4·0**	**14·6**	**17·0**	**15·8**
				Herbst				
Min.	− 20·0	− 24·4	− 24·6	− 22·6	− 14·4	− 14·4	− 15·8	− 20·2
Max.	+ 4·8	+ 5·8	+ 4·4	+ 4·4	+ 3·4	+ 4·8	+ 6·6	+ 3·8
Ampl.	**24·8**	**30·2**	**29·0**	**27·0**	**17·8**	**19·2**	**22·4**	**24·0**

Tabelle 3.

Zyklone.

				Winter				
Min.	− 27·0	− 27·0	− 21·0	− 21·6	− 21·2	− 21·4	− 21·4	− 23·6
Max.	− 9·2	− 7·2	(− 14·5)	− 11·0	− 8·0	− 4·6	− 4·4	− 7·4
Ampl.	**17·8**	**19·8**	**(6·5)**	**10·6**	**13·2**	**16·8**	**17·0**	**16·2**
				Frühling				
Min.	− 26·2	− 30·2	− 30·2	(− 15·4)	− 13·8	− 17·2	− 19·2	− 22·4
Max.	− 4·8	− 4·0	− 2·6	(− 2·0)	− 1·0	− 1·0	− 1·2	− 5·0
Ampl.	**21·4**	**26·2**	**27·6**	**(13·4)**	**12·8**	**16·2**	**18·0**	**17·4**
				Sommer				
Min.	− 7·4	− 8·6	− 8·6	(− 2·4)	− 3·0	− 2·8	(− 1·3)	− 5·7
Max.	+ 3·6	+ 1·6	+ 0·4	(+ 1·4)	+ 4·0	+ 5·6	+ 5·6	+ 3·6
Ampl.	**11·0**	**10·2**	**9·0**	**3·8**	**7·0**	**8·4**	**6·9**	**9·3**
				Herbst				
Min.	− 19·6	− 12·0	− 12·5	− 7·5	− 11·0	− 15·7	− 15·7	− 19·6
Max.	− 2·8	− 3·8	− 3·8	+ 0·4	+ 0·4	2·2	+ 2·0	− 1·0
Ampl.	**16·8**	**8·2**	**8·7**	**7·9**	**11·4**	**17·9**	**17·7**	**18·6**

A. Die europäischen Bergobservatorien.

Die benutzten europäischen Bergobservatorien sind folgende:

Sonnblick	3106 *m*	47°	3′	nördl. Br.;	12°	57′	östl. v. Gr.			
Pic du Midi	2859	42	50	» »	0	8	» » »			
Säntis	2500	47	15	» »	9	20	» » »			
Obir	2044	46	30	» »	14	29	» » »			
Bjelašnica	2067	43	42	» »	18	15	» » »			
Mt. Ventoux	1900	44	10	» »	5	17	» » »			
Schneekoppe	1603	50	44	» »	15	44	» » »			
Belchen	1394	47	53	» »	7	6	» » »			
Ben Nevis	1343	56	48	» »	5	0	westl.	»	»	
Brocken	1143	51	48	» »	10	37	östl.	»	»	

Die meteorologischen Data des Morgentermins sind den Jahrbüchern, die die Beobachtungen dieser Bergstationen enthalten, für die untersuchten Fälle entnommen. Das sind: der Luftdruck, die Lufttemperatur, die Feuchtigkeit, die Bewölkung und die Windrichtung. Dieses Material ist getrennt für das Winter- und für das Sommerhalbjahr bearbeitet worden. Alle Daten sind gegeben in Mitteln, und zwar für die acht Sektoren der Zyklone (N, NE etc.) und für die Druckstufen (im Meeresniveau) von 5 zu 5 *mm* innerhalb der 760 *mm* Isobare.

Jeder Reihe der Tabellen geht eine Tabelle »des Gewichtes« voran, die die Anzahl der an dem Mittel teilnehmenden Werte darstellt. Man sieht, daß die Verteilung des Gewichtes um das Zentrum der Zyklone nirgends gleichmäßig ist: hier wiegt das Gewicht des einen Sektors vor, dort das des andern, bei einigen Hochstationen fehlen einige Sektoren gänzlich. Soviel zur Erklärung der Tabellen.

Hier folgen tabellarisch zusammengestellt die Mittelwerte der meteorologischen Elemente für die »warmen« und die »kalten« Zyklonen der beiden Jahreshälften, beginnend mit der höchsten Bergstation, dem Sonnblick.

Sonnblick.

(Siehe die Tabellen auf p. 6—8 [72—74].)

Luftdruckverteilung. Wie aus den Tabellen der Luftdruckverteilung hervorgeht, nimmt in dem Sonnblickniveau der Druck nach innen ab. Die Bestimmung der Lage des tiefsten Luftdruckes in dem Sonnblickniveau in Bezug auf die Verteilung in dem Meeresniveau ist nicht möglich; die »Gewichtszahlen« müßten bedeutend größer sein; die hier angeführten Mittelwerte sind zu wenig gesichert. Wenn wir die Lage des tiefsten Luftdruckes für jede Druckstufe aussuchen, so finden wir in allen vier Fällen (die Winter- und die Sommerhälfte der warmen und der kalten Zyklone), daß diese in dem W-, NW- oder N-Sektor liegt. Es ist also wahrscheinlich, daß die Lage des tiefsten Luftdruckes im Sonnblickniveau gegen die im Meeresniveau in nordwestlicher Richtung verschoben ist. In dieser Anschauung bestärkt uns auch das System der Luftströmungen in diesem Niveau (siehe die Tafel II zum Schlusse der Arbeit), ferner auch die Temperaturverteilung.

Temperaturverteilung.[1] Die Tabellen lehren uns, daß die mittlere negative Abweichung in den »kalten« Zyklonen absolut größer ist als die positive in den »warmen«. Da es sich bei der Verteilung der

[1] Es sei hier darauf aufmerksam gemacht, daß den Abweichungswerten der Temperatur — wie hier beim Sonnblick, so auch bei allen Bergobservatorien — keine absolute Deutung beigelegt werden darf, sondern bloß eine relative für das betrachtete Niveau.

Sonnblick.

Warme Zyklone — Kalte Zyklone

Winterhälfte

Luftdruck	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)																
765—760	12	—	6	—	4	3	1	1	9	—	3	4	3	2	1	4
760—755	11	11	9	21	11	5	3	2	15	4	4	17	7	3	5	6
755—750	6	4	5	16	5	5	—	1	7	1	8	13	7	4	4	4
750—745	4	1	8	5	4	1	1	—	3	3	2	3	5	2	1	2
745—740	1	2	2	4	1	3	1	—	—	—	—	2	1	—	1	1
740—735	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Luftdruck (400 *mm* +)																
765—760	116·8	—	119·5	—	118·9	114·6	119·6	124·6	111·7	—	117·5	117·4	114·4	113·2	111·6	111·6
760—755	112·9	113·6	115·0	116·6	113·4	113·6	114·1	109·9	109·2	108·6	111·3	111·8	113·0	110·0	106·5	108·5
755—750	109·8	112·6	110·4	111·6	109·6	111·0	—	111·1	104·4	104·5	109·0	109·8	105·3	106·8	107·5	103·4
750—745	106·8	107·7	110·4	112·4	106·7	110·1	103·6	—	105·3	104·1	104·6	106·5	103·0	101·4	100·4	102·4
745—740	99·3	104·6	106·0	103·1	100·8	103·3	102·5	—	—	—	—	100·7	106·6	—	99·3	98·1
740—735	97·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	95·8	—	—	—	—
Temperaturabweichung																
765—760	+2·7	—	+3·3	—	+1·9	+1·9	0·0	+3·8	−5·5	—	−2·0	−1·1	−1·9	−3·4	−10·0	−6·2
760—755	+2·7	+2·7	+4·8	+2·3	+2·1	+4·2	+0·9	+1·1	−6·6	−2·1	−2·7	−0·6	−2·9	−4·9	− 7·4	−8·1
755—750	+2·7	+3·4	+2·1	+2·5	+1·6	+2·6	—	+2·2	−4·7	−4·5	−1·1	−1·7	−5·9	−3·8	− 4·3	−9·0
750—745	+1·2	+3·9	+2·1	+3·2	+2·6	+3·2	+4·3	—	−4·6	−2·8	−1·8	−1·3	−4·6	−1·5	− 7·1	−6·7
745—740	−1·3	+4·3	+3·7	−0·8	—	+1·5	−3·5	—	—	—	—	−1·9	−3·1	—	− 4·2	−1·4
740—735	+0·8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	−4·8	—	—	—	—
Relative Feuchtigkeit																
765—760	91	—	93	—	85	90	98	—	90	—	95	87	89	98	90	86
760—755	89	96	92	88	89	94	96	95	90	94	89	91	94	84	93	91
755—750	95	95	93	96	92	95	—	92	90	94	94	93	95	91	92	89
750—745	92	100	88	86	93	96	92	—	89	90	66	93	88	93	89	95
745—740	90	100	97	96	87	95	90	—	—	—	—	93	79	—	80	90
740—735	90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90	—	—	—	—

Luftdruck	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
							Bewölkung									
765—760	9	—	9	—	9	8	10	10	8	—	7	6	8	5	10	9
760—755	9	8	8	8	9	9	10	4	9	10	5	8	7	10	9	9
755—750	10	10	9	10	9	9	—	6	9	(2)	8	9	8	7	9	10
750—745	10	10	9	7	9	10	10	—	9	8	10	10	9	10	5	10
745—740	10	10	10	10	4	10	6	—	—	—	—	10	6	—	10	10
740—735	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—
							Windrichtung									
765—760	E 87 S	—	S 76 W	—	S 70 W	W 14 N	W 45 N	E 45 S	W 51 N	—	S 16 W	S 51 W	S 30 W	N	N	N 33 E
760—755	S 23 W	S 34 W	S 55 W	S 52 W	W 33 N	W 32 N	W 21 N	—	S 65 W	S 18 W	S 45 W	S 47 W	S 47 W	W 8 N	W 65 N	N 56 E
755—750	S 5 W	S 51 W	S 50 W	S 36 W	S 61 W	S 51 W	—	S 45 W	W 48 N	S 67 W	S 48 W	S 51 W	S 84 W	S 67 W	N 45 E	N 15 E
750—745	N 61 E	E 22 S	S 77 W	S 41 W	W 22 N	W	E 67 S	—	N 63 E	S 18 W	S 56 W	S 2 W	S 71 W	S 79 W	S	N
745—740	E	S 45 W	S 22 W	E 78 S	W 22 N	E 43 S	N 67 E	—	—	—	—	S 40 W	W 22 N	—	—	S 45 W
740—735	S 45 W	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	S 67 W	—	—	—	—

Warme Zyklone — **Kalte Zyklone**

Sommerhälfte

							Gewicht (Zahl der Beobachtungen)									
765—760	2	—	—	5	—	—	—	1	5	—	—	4	3	3	5	2
760—755	9	3	9	16	11	7	2	4	4	2	4	12	11	8	12	3
755—750	6	4	2	6	6	4	1	1	1	—	3	9	8	3	3	9
750—745	1	1	—	1	1	1	—	—	3	2	3	2	2	—	—	1
745—740	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—
							Luftdruck (400 *mm* +)									
765—760	123·0	—	—	123·4	—	—	—	126·4	117·5	—	—	117·2	123·3	119·0	116·7	114·5
760—755	117·9	120·5	121·7	121·6	121·7	117·5	118·4	117·8	111·9	117·9	115·4	117·5	117·5	115·0	113·9	115·1
755—750	114·7	114·5	118·9	117·2	116·6	116·0	114·2	116·9	109·4	—	112·9	114·9	113·1	113·3	109·5	109·2
750—745	113·6	111·5	—	110·2	113·7	112·7	—	—	106·2	109·6	110·3	110·6	107·7	—	—	103·7
745—740	—	—	—	—	—	104·7	—	—	105·2	—	—	—	—	107·3	—	—

Sonnblick.

Sommerhälfte

Luftdruck	Warme Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalte Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Temperaturabweichung																
765—760	+5·0	—	—	+1·8	—	—	—	+0·3	−6·7	—	—	−3·2	−2·6	−3·0	−6·0	−9·2
760—755	+2·6	+2·7	+1·7	+2·5	+2·3	+0·6	−0·4	+0·6	−5·7	−1·2	−2·7	−2·0	−1·8	−4·6	−5·9	−3·9
755—750	+2·2	+1·8	+2·9	+1·1	+3·4	+0·3	−0·5	+3·8	−0·7	—	−0·7	−1·9	−2·6	−3·9	−6·5	−4·5
750—745	+2·8	+3·7	—	+3·5	+3·3	+2·6	—	—	−4·9	+0·9	−0·5	−0·4	0·0	—	—	−9·8
745—740	—	—	—	—	—	−1·5	—	—	+0·5	—	—	—	—	+1·1	—	—
Relative Feuchtigkeit																
765—760	87	—	—	71	—	—	—	99	89	—	—	91	95	99	90	90
760—755	92	96	91	88	91	87	98	93	94	91	89	94	91	94	91	95
755—750	92	94	90	95	89	96	92	92	93	—	94	89	93	95	92	94
750—745	98	100	—	100	92	95	—	—	92	100	96	99	96	—	—	89
745—740	—	—	—	—	—	90	—	—	100	—	—	—	—	90	—	—
Bewölkung																
765—760	7	—	—	6	—	—	—	10	8	—	—	7	8	7	9	10
760—755	8	10	9	8	8	7	10	8	10	10	9	7	8	8	9	8
755—750	10	9	6	10	7	10	10	8	10	—	10	8	9	7	10	10
750—745	10	10	—	10	10	10	—	—	10	6	10	8	10	—	—	10
745—740	—	—	—	—	—	10	—	—	10	—	—	—	—	10	—	—
Windrichtung																
765—760	S	—	—	S 67 W	—	—	—	N 67 E	N 32 E	—	—	S 71 W	S 67 W	W 57 N	N 25 E	N 45 E
760—755	E 65 S	S 15 W	S 67 W	S 70 W	S 64 W	W 70 N	N 33 E	N 22 E	N 73 E	S	S 45 W	S 48 W	S 65 W	N 38 E	W 79 N	N 36 E
755—750	E 19 S	S 4 W	S 10 W	W 25 N	S 9 W	W 58 N	W 45 N	S 67 W	S 22 W	—	E 71 S	S 44 W	S 63 W	S 71 W	W 84 N	N 22 E
750—745	E	S 45 W	—	S 45 W	S	S 22 W	—	—	N 31 E	S 45 W	S 22 W	S 11 W	S 79 W	—	—	W 67 N
745—740	—	—	—	—	—	N	—	—	W	—	—	—	—	S 22 W	—	—

Temperatur in dem Sonnblickniveau in erster Reihe um die Bestimmung der Lage der höchsten und der niedrigsten Temperatur handelt, wurden die mittleren Temperaturen der einzelnen Sektoren (ohne Rücksicht auf die Druckstufen) berechnet.[1]

Mittlere Abweichungen der Temperatur für ganze Sektoren.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Winterhälfte								
Warme Zyklone	+ 1·5 (+ 2·1)	+ 3·6*	+ 3·2	+ 1·8 (+ 2·7)	+ 2·8	+ 2·7	+ 0·4*	+ 2·4 (+ 1·7)
Kalte Zyklone	− 5·3	− 3·1	− 1·9*	− 1·9*	− 3·7	− 3·4	− 6·7*	− 6·3
Sommerhälfte								
Warme Zyklone	+ 3·5* (+ 2·9)	+ 2·7	+ 2·3	+ 2·2	+ 3·0	+ 0·5	− 0·5*	+ 1·6
Kalte Zyklone	− 3·5	− 0·3*	− 1·3	− 1·9	− 1·8	− 2·6	− 6·1*	− 6·9* (− 5·9)

Man sieht allgemein, daß die höchste Temperatur im Sonnblickniveau in der warmen Zyklone auf die mittleren Druckstufen des NE- und E-Sektors fällt, in der kalten Zyklone auf die des SE-, E- bis NE-Sektors.

Die Lage der höchsten Temperatur in der kalten Zyklone ist also in dem Sinne der Bewegung des Uhrzeigers verschoben gegen die der warmen Zyklone. Die Lage des Gebietes der tiefsten Temperatur fällt in das Randgebiet des W- bis NW-Sektors.

Relative Feuchtigkeit. Die Mittelwerte der verschiedenen Sektoren für die Winter- und Sommerhälfte sind folgende:

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Winterhälfte								
Warme Zyklone	91	98	93	91	89	94	94	93
Kalte Zyklone	90	93	86	91	89	92	89	90
Sommerhälfte								
Warme Zyklone	93	97	91	89	91	92	95	91
Kalte Zyklone	94	96	93	93	94	95	91	92

Was die relative Feuchtigkeit betrifft, so ist diese hoch und sehr gleichmäßig im Sonnblickniveau verteilt, es scheint aber, daß die kleinste relative Feuchtigkeit auf der rechten Vorderseite, die größte auf der linken Vorderseite zu treffen ist.

[1] Bei dieser Mittelbildung wurde immer »das Gewicht« des Mittelwertes einer beliebigen Druckstufe eines beliebigen Sektors in seiner Beziehung zur Luftdruckverteilung berücksichtigt und die auffallend abweichenden Mittelwerte — manchmal bloß Einzelnwerte — außer Acht gelassen. Darum kommen in einigen Sektoren auch zwei Werte vor.

Bewölkung. Die Bewölkung ist in beiden Zyklonen sehr hoch; was die kleinsten und die größten Bewölkungszahlen betrifft, gilt ähnliches wie von der relativen Feuchtigkeit: es decken sich die Gebiete der geringen Bewölkung mit geringer relativer Feuchtigkeit und entgegengesetzt.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Winterhälfte								
Warme Zyklone	10	9	9	9	9	9	9	(7)
Kalte Zyklone	9	9	8	9	8	8	9	10
Sommerhälfte								
Warme Zyklone	9	10	(8)	9	8	9	10	9
Kalte Zyklone	10	8	10	8	9	8	9	10

Windverhältnisse.[1] Die Luftzirkulation in den warmen Zyklonen im Sonnblickniveau (besonders die der Winterhälfte) stellt — wie das Diagramm zeigt — eine warme SW- bis S-Strömung, die fast alle Sektoren beherrscht, die äußeren Druckstufen des SW, W und NW ausgenommen, in denen man einer kälteren Strömung begegnet, die aus NW kommt. Diese warme SW- bis S-Strömung spaltet sich: Der linksdrehende Zweig bildet mit der erwähnten kälteren NW-Strömung einen zyklonalen Wirbel, dessen Mitte vielleicht in den Randstufen des W-Sektors zu suchen sein dürfte. Der rechtsdrehende Zweig zerteilt sich fächerartig und fließt an der Stirnseite der Zyklone heraus. Führen wir den Begriff der »Achse« der Zyklone als die Verbindungslinie des tiefsten Luftdruckes in dem Sonnblick- und Meeresniveau ein, so kann man sagen, daß die Achse der warmen Zyklone stark nach rückwärts (nach WNW) geneigt ist.

Was die kalte Zyklone betrifft, so ist ihr Luftströmungssystem ähnlich dem beschriebenen in der »warmen« Zyklone mit kleinen Unterschieden. Die SW- bis S-Strömung, die hier mäßig kalt ist, beherrscht keine so große Fläche innerhalb der 760 *mm*-Isobare (im Meeresniveau). Denn man sieht im N-Sektor der warmen Zyklone deutlich eine E- und S-Strömung, während in der kalten Zyklone dieser Sektor das Trennungsgebiet der nördlichen kalten und südlichen warmen Strömungen ist, worauf auch in unserem Diagramme die Unregelmäßigkeit der Pfeile im N-Sektor dieser (kalten) Zyklone hinzuweisen scheint. In der kalten Zyklone dürfte das zyklonale Luftströmungssystem in dem W- und NW-Sektor deutlicher ausgedrückt sein; seine Mitte (in das Meeresniveau projiziert) liegt dem tiefsten Luftdrucke im Meeresniveau näher als in der warmen Zyklone. Es ist also die Achse der kalten Zyklone steiler als die der warmen Zyklone.

Pic du Midi.

(Siehe die Tabellen auf p. 12 – 14 [78—80].)

Bei der Hochstation der Pyrenäen, dem Pic du Midi, dem südwestlichsten von allen hier betrachteten Observatorien, die uns die meteorologischen Verhältnisse der den europäischen Kontinent eben betretenden Zyklonen darstellen sollen, kommt, wie aus den Gewichtstabellen bemerkbar ist, nur die südwestliche Hälfte der Zyklone vor.

---

[1] Die Windverhältnisse in den Winterzyklonen sind graphisch in den beiliegenden Tafeln dargestellt.

Luftdruckverteilung. Die Luftdruckmittelwerte fallen ziemlich roh aus, da die Gewichte verhältnismäßig sehr klein sind.

Temperatur. Was die Temperaturverhältnisse betrifft, so sieht man, daß, wie in der »kalten«, so auch in der »warmen« Zyklone vorwiegend negative Abweichungen vorkommen. Das Minimum der Temperatur fällt auf den SW- und W-Sektor in den warmen Zyklonen, auf den NW-Sektor in den kalten. Der Kontrast der Temperaturen der Frontseite — soweit die Daten vorhanden sind — und der Rückseite ist auf dem Pic du Midi bedeutend.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Winterhälfte								
Warme Zyklone	+ 1·3	—	— 0·9	— 1·7	— 0·5	— 6·2* (— 4·9)	— 5·2*	— 4·3 (— 2·3)
Kalte Zyklone	—	— 1·2	—	— 2·8	— 3·3	— 4·5	— 6·3	—10·9*
Sommerhälfte								
Warme Zyklone	—	—	—	— 1·2	— 3·5	— 4·2*	— 2·8	— 3·5 (— 5·5)*
Kalte Zyklone	—	—	—	— 4·8	— 4·4	— 5·2	— 5·1	— 5·5*

Der kleine Höhenunterschied zwischen dem Pic du Midi und dem Sonnblick zwingt unwillkürlich zum Vergleichen der Temperaturverhältnisse beider: Die Amplitude der Temperaturen, der Unterschied der Front- und der Rückseite ist auf dem Pic du Midi in den Zyklonen fast zweimal so groß als auf dem Sonnblick, es sind also die thermischen Verhältnisse der südlichen Strömung und der nördlichen Strömung in der Zyklone auf dem Pic du Midi nicht so nahe aneinander gerückt wie weiter ostwärts auf dem Sonnblick.

Vergleichen wir weiter die thermischen Verhältnisse der einzelnen Sektoren der warmen Zyklone des Pic du Midi und des Sonnblick miteinander, und ebenso die der kalten. Die Zahlen sprechen deutlich dafür, daß die thermischen Verhältnisse auf dem Pic du Midi und diejenigen auf dem Sonnblick uns keineswegs gleichzeitige, sondern verschiedene Phasen der Entwicklungsgeschichte der Zyklonen darstellen, so wie ich es auch von den kalten Antizyklonen seiner Zeit bewiesen habe. Insbesondere treten folgende Punkte hervor:

1. Die »warme« Zyklone, von Westen (Pic du Midi) gegen Mitteleuropa vordringend (Sonnblick) erwärmt sich auf der Rückseite.

2. Die »kalte« Zyklone, von Westen gegen Zentraleuropa vordringend, bleibt an ihrer Rückseite was die Temperaturverhältnisse betrifft, fast unverändert.

Relative Feuchtigkeit und Bewölkung. Diese beiden meteorologischen Elemente weisen in den Randstufen des W-Quadranten ihre kleinsten Durchschnittswerte auf. Geht man auf die einzelnen Fälle, aus welchen die Mittel gebildet wurden, zurück, so findet man eine große Anzahl von Nordföhnen mit geringer Bewölkung und geringer Feuchtigkeit.

Windverhältnisse. Die großen Temperaturkontraste, die eben besprochen wurden, lassen sich hier durch die den zyklonalen Wirbel erzeugenden Strömungen erklären. Das Gebiet der warmen Zyklone in dem Pic du Midi-Niveau wird in dem S- und SE-Sektor durch eine südwestliche, relativ warme Strömung beherrscht; senkrecht auf diese kommt durch den W- und NW-Sektor eine relativ kalte Strömung von

Pic du Midi.

Warme Zyklone — Kalte Zyklone

Winterhälfte

Luftdruck	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)																
765—760	1	—	—	—	3	1	7	2	—	—	—	—	3	3	10	—
760—755	1	—	—	6	10	1	12	1	—	1	—	—	8	5	17	4
755—750	—	—	1	10	14	8	10	3	—	—	—	5	11	4	11	2
750—745	—	—	—	8	6	4	5	—	—	—	—	5	5	5	3	1
745—740	—	—	—	6	—	1	—	1	—	—	—	1	—	—	1	—
740—735	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—
Luftdruck (500 *mm* +)																
765—760	34·8	—	—	—	37·4	29·1	34·4	31·6	—	—	—	—	35·3	34·7	30·4	—
760—755	31·2	—	—	32·0	34·0	27·0	27·9	28·5	—	35·1	—	—	31·4	30·7	26·3	25·6
755—750	—	—	29·0	28·6	27·5	27·4	24·7	25·3	—	—	—	29·3	27·6	25·4	25·4	20·4
750—745	—	—	—	24·3	25·3	22·0	20·8	—	—	—	—	22·4	23·0	20·6	14·1	18·6
745—740	—	—	—	21·8	—	20·8	—	21·8	—	—	—	23·6	—	—	18·4	—
740—735	—	—	—	—	—	—	18·7	—	—	—	—	—	—	13·5	—	—
Temperaturabweichung																
765—760	+ 2·5	—	—	—	+ 0·8	— 5·6	— 5·2	—10·4	—	—	—	—	— 3·4	— 1·6	— 7·4	—
760—755	+ 0·2	—	—	— 1·0	+ 0·2	— 4·4	— 7·9	— 2·6	—	— 1·2	—	—	— 2·8	— 3·1	— 8·6	—10·6
755—750	—	—	— 0·9	— 0·9	— 0·3	— 4·4	— 4·0	— 3·0	—	—	—	—3·0	— 0·8	— 3·4	— 5·4	—10·5
750—745	—	—	—	— 0·9	— 2·5	— 5·3	— 7·1	—	—	—	—	—2·9	— 6·0	— 6·2	— 7·5	—11·6
745—740	—	—	—	— 4·0	—	—11·3	—	— 1·3	—	—	—	—2·6	—	—	— 2·4	—
740—735	—	—	—	—	—	—	— 1·9	—	—	—	—	—	—	— 8·4	—	—
Relative Feuchtigkeit																
765—760	100	—	—	—	92	100	82	63	—	—	—	—	67	63	76	—
760—755	100	—	—	92	87	(62)	85	100	—	100	—	—	77	99	77	55
755—750	—	—	100	88	96	97	90	99	—	—	—	90	96	76	92	88
750—745	—	—	—	94	96	96	99	—	—	—	—	99	97	91	87	100
745—740	—	—	—	97	—	100	—	100	—	—	—	100	—	—	100	—
740—735	—	—	—	—	—	—	100	—	—	—	—	—	—	100	—	—

Luftdruck	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
							Bewölkung									
765—760	10	—	—	—	4	10	6	3	—	—	—	—	5	7	6	—
760—755	10	—	—	6	7	10	9	3	—	10	—	—	8	8	7	1
755—750	—	—	10	8	9	9	9	8	—	—	—	8	10	9	9	9
750—745	—	—	—	8	9	10	9	—	—	—	—	8	8	9	8	8
745—740	—	—	—	8	—	10	—	10	—	—	—	10	—	—	10	—
740—735	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	10	—	—
							Windrichtung									
765—760	W 45 N	—	—	—	S 83 W	W 67 N	N 2 E	N	—	—	—	—	W	W 30 N	W 68 N	—
760—755	N 45 E	—	—	S 60 W	S 78 W	W	W 69 N	E 45 S	—	S 45 W	—	—	W	W 37 N	W 59 N	N 32 E
755—750	—	—	W	S 54 W	S 83 W	S 81 W	W 49 N	W 74 N	—	—	—	W 5° N	W 11 N	W 34 N	W 25 N	S 67 W
750—745	—	—	—	S 64 W	S 76 W	W 23 N	W 72 N	—	—	—	—	W	W 6 N	W 5 N	W 45 N	N
745—740	—	—	—	S 63 W	—	S 45 W	—	W 45 N	—	—	—	W	—	—	W	—
740—735	—	—	—	—	—	—	N 45 E	—	—	—	—	—	—	W 22 N	—	—
	Warme Zyklone								**Kalte Zyklone**							
							Sommerhälfte									
							Gewicht (Zahl der Beobachtungen)									
765—760	—	—	—	2	2	4	4	1	—	—	—	—	1	1	2	1
760—755	—	—	—	2	11	5	6	4	—	—	—	1	11	7	6	—
755—750	—	—	—	—	5	3	4	1	—	—	—	2	4	1	1	1
750—745	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	1	2	—
745—740	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
							Luftdruck (500 *mm* +)									
765—760	—	—	—	40·6	38·0	38·4	36·9	41·3	—	—	—	—	41·1	36·0	33·7	33·7
760—755	—	—	—	36·7	36·8	34·1	34·7	34·8	—	—	—	32·1	32·5	33·0	31·3	—
755—750	—	—	—	—	33·0	31·7	33·9	29·2	—	—	—	29·1	30·6	24·2	28·3	24·3
750—745	—	—	—	—	—	—	25·9	26·7	—	—	—	—	—	22·9	22·6	—
745—740	—	—	—	22·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19·6	

Pic du Midi.

Sommerhälfte

Luftdruck	Warme Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalte Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Temperaturabweichung																
765—760	—	—	—	— 0·8	— 3·9	— 4·3	— 1·8	— 7·6	—	—	—	—	— 1·8	— 7·2	— 6·8	— 6·9
760—755	—	—	—	— 0·6	— 4·9	— 5·0	— 3·4	— 2·9	—	—	—	— 1·2	— 4·8	— 5·2	— 5·6	—
755—750	—	—	—	—	— 1·7	— 3·3	— 1·9	— 6·1	—	—	—	— 8·5	— 6·5	— 3·0	— 6·0	— 4·0
750—745	—	—	—	—	—	—	— 4·1	+ 2·7	—	—	—	—	—	— 5·3	— 3·5	—
745—740	—	—	—	— 2·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	— 3·6	—
Relative Feuchtigkeit																
765—760	—	—	—	75	91	89	80	100	—	—	—	—	70	92	93	78
760—755	—	—	—	100	95	97	86	100	—	—	—	77	94	81	78	—
755—750	—	—	—	—	96	95	93	86	—	—	—	90	95	100	100	96
750—745	—	—	—	—	—	—	100	100	—	—	—	—	—	100	100	—
745—740	—	—	—	69	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	94	—
Bewölkung																
765—760	—	—	—	5	7	7	5	10	—	—	—	—	10	6	6	1
760—755	—	—	—	10	7	9	7	10	—	—	—	2	6	7	5	—
755—750	—	—	—	—	9	10	7	2	—	—	—	7	7	10	10	10
750—745	—	—	—	—	—	—	10	10	—	—	—	—	—	10	10	—
745—740	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	—
Windrichtung																
765—760	—	—	—	S 45 W	S 67 W	W 11 N	N 28 E	N 45 E	—	—	—	—	W	W	W 45 N	N
760—755	—	—	—	S 45 W	S 75 W	W 20 N	W 67 N	N	—	—	—	W 22 N	S 89 W	W 7 N	W 28 N	—
755—750	—	—	—	—	S 59 W	W 54 N	W 6 N	W	—	—	—	W	W	N	W 45 N	N
750—745	—	—	—	—	—	—	W	N	—	—	—	—	—	W 45 N	W 45 N	—
745—740	—	—	—	S 45 W	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	W	—

Norden; beide begegnen sich in dem SW-Sektor. Bei den »kalten« Zyklonen ist bei dem Übergang vom W- zum SW- und S-Sektor keine so bedeutende Azimutänderung der Strömungen bemerkbar, wie es bei der warmen Zyklone der Fall ist.

Säntis.

(Siehe die Tabellen auf p. 16—18 [82—84].)

Luftdruckverteilung. Wenn man die Luftdruckmittel nach den einzelnen Druckstufen verfolgt, so kommt man zu dem allgemeinen Schlusse, daß die kleinsten Werte in dem NW-Quadrant am häufigsten sind; in dieser Richtung ist wohl auch die Lage des tiefsten Luftdruckes verschoben, also auch die »Achse« des Wirbels, wie es auch die Luftdruckverteilung in dem Sonnblickniveau anzudeuten scheint.

Temperatur. Die Lage des warmen Gebietes in den warmen Zyklonen liegt in den inneren Druckstufen des NE-Sektors, in den kalten in dem E-Sektor. Die Lage des kalten Gebietes fällt in der warmen Winterzyklone in den nordwestlichen, in der warmen Sommerzyklone in den südwestlichen Sektor. Es ist interessant, die Lage des kalten Gebietes in den beiden Sommerzyklonen für das Sonnblick- und das Säntisniveau zu vergleichen.

In diesem (Säntis), das ein um 600 *m* tieferes Niveau darstellt, ist eine Verschiebung der Lage des kalten Gebietes im Sinne der kalten Nordströmung bemerkbar.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Winterhälfte								
Warme Zyklone	+ 1·0	+ 3·5*	+ 2·2	+ 2·9	+ 0·8	— 1·0	— 1·0	— 3·7*
						(+ 0·2)		(— 1·4)*
Kalte Zyklone	— 5·0	— 3·2	— 1·5*	— 1·9	— 3·4	— 2·7	— 6·1	— 6·5*
Sommerhälfte								
Warme Zyklone	+ 1·3	+ 2·9*	+ 1·6	+ 2·3	— 1·3	— 1·8	— 0·4	0·0
		(+ 2·2)		(+ 1·6)		(— 0·8)		
Kalte Zyklone	— 3·9	— 2·1	— 1·6*	— 1·8	— 3·2	— 3·9	— 3·5	— 4·2*

Der Unterschied der Temperaturen zwischen der Stirn- und der Rückseite der Zyklonen ist ungefähr von derselben Größe wie bei dem Sonnblick. Wenn man wiederum einen Vergleich mit dem Pic du Midi-Niveau zieht, sieht man, daß die Kontraste der Vorder- und Rückseite der Zyklonen in den Alpen näher aneinander gerückt sind als in den Pyrenäen, wo die Depression den europäischen Kontinent eben betritt.

Relative Feuchtigkeit. Die mittleren Werte der relativen Feuchtigkeit für die Winter- und die Sommerhälfte gibt folgende Tabelle:

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Winterhälfte								
Warme Zyklone	85	80	83	89	96	98	99	91
Kalte Zyklone	89	84	81	84	97	94	97	95
Sommerhälfte								
Warme Zyklone	85	70	79	84	91	99	95	99
Kalte Zyklone	91	80	86	94	94	97	94	96

Säntis.

Winterhälfte

Luftdruck	Warme Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalte Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)																
765—760	7	—	4	3	3	6	—	2	6	—	2	2	3	5	3	4
760—755	7	9	10	11	16	10	1	4	11	3	4	5	12	6	7	6
755—750	5	4	3	10	7	4	2	3	5	1	6	16	10	5	7	2
750—745	2	1	8	9	3	1	4	—	1	1	3	3	8	1	3	3
745—740	—	2	3	—	2	—	—	1	—	1	—	3	—	2	1	—
740—735	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Luftdruck (500 *mm* +)																
765—760	57·5	—	60·5	61·7	58·4	58·4	—	60·5	54·9	—	58·8	57·9	57·7	57·3	56·1	53·5
760—755	55·3	53·9	56·2	58·2	55·9	55·5	57·6	51·2	51·3	50·6	54·5	53·6	52·9	53·1	50·5	50·1
755—750	50·4	55·2	50·5	53·4	50·9	51·5	48·5	48·3	46·5	46·4	51·3	51·2	49·7	48·5	50·4	46·7
750—745	46·6	46·8	48·5	50·4	49·0	45·9	44·5	—	42·1	42·9	45·8	48·5	45·1	46·0	42·1	46·3
745—740	—	44·4	47·1	—	44·2	—	—	41·6	—	43·8	—	44·0	—	42·6	43·2	—
740—735	—	—	—	—	—	—	—	36·6	—	—	—	—	—	—	—	—
Temperaturabweichung																
765—760	− 0·4	—	+ 3·2	+ 4·6	+ 0·3	+ 1·5	—	− 0·7	− 5·2	—	− 1·8	− 0·6	− 4·3	− 2·9	− 8·5	− 7·4
760—755	+ 3·9	+ 1·2	+ 4·5	+ 3·1	+ 0·6	+ 2·1	− 1·5	+ 1·6	− 6·0	− 2·6	− 1·8	− 1·9	− 2·2	− 4·2	− 5·7	− 8·4
755—750	+ 0·4	+ 3·7	− 0·5	+ 2·1	− 1·5	− 2·9	− 1·0	− 5·0	− 5·5	− 3·8	+ 0·6	− 2·2	− 3·4	− 5·9	− 4·5	− 6·0
750—745	+ 0·2	+ 3·2	− 0·5	+ 1·7	+ 1·9	− 4·7	− 1·5	—	− 3·2	− 4·8	− 2·9	+ 0·4	− 3·5	− 1·5	− 6·5	− 4·2
745—740	—	+ 5·9	+ 4·3	—	+ 2·7	—	—	− 7·5	—	− 1·5	—	− 5·0	—	+ 0·8	− 5·4	—
740—735	—	—	—	—	—	—	—	− 7·8	—	—	—	—	—	—	—	—
Relative Feuchtigkeit																
765—760	87	—	84	91	98	95	—	86	90	—	76	63	97	97	99	89
760—755	78	85	78	92	93	99	100	89	87	89	80	88	95	95	99	92
755—750	93	67	87	87	97	98	100	98	90	78	83	86	96	99	100	100
750—745	84	85	81	86	100	100	97	—	88	76	83	86	99	100	97	98
745—740	—	81	85	—	91	—	—	100	—	93	—	98	—	79	90	—
740—735	—	—	—	—	—	—	—	80	—	—	—	—	—	—	—	—

Luftdruck	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	Warme Zyklone								**Kalte Zyklone**							
	Sommerhälfte															
	Bewölkung															
765—760	7	—	7	6	10	9	—	7	7	—	6	5	10	6	10	9
760—755	8	8	8	8	9	10	10	8	7	6	7	6	8	10	10	7
755—750	10	4	7	7	9	9	10	9	7	5	9	7	9	10	10	10
750—745	8	9	8	9	10	10	9	—	3	9	9	9	10	9	10	10
745—740	—	9	8	—	10	—	—	10	—	10	—	7	—	10	5	—
740—735	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—
	Windrichtung															
765—760	E 25 S	—	E 88 S	S 38 W	S 75 W	S 75 W	—	—	N 16 E	—	S 34 W	N 79 E	S 75 W	S 63 W	W 14 N	N 50 E
760—755	E 6 S	S 9 W	S 20 W	S 54 W	S 52 W	S 68 W	W 67 N	E 49 S	E 5 S	S 31 W	S 55 W	S 55 W	S 60 W	S 75 W	W 29 N	W 88 N
755—750	N 32 E	E 64 S	E 84 S	S 16 W	S 48 W	S 45 W	N 45 E	W 48 N	S 37 W	S 67 W	S 2 W	S 47 W	S 59 W	S 59 W	W 36 N	W
750—745	N 79 E	N 67 E	S 20 W	S 33 W	S 60 W	S 67 W	S 39 W	—	W 22 N	S 45 W	S 37 W	S 22 W	S 65 W	W	W 45 N	N 45 E
745—740	—	N 67 E	S 30 W	—	S 45 W	—	—	W	—	E 22 S	—	S 75 W	—	E 56 S	W 45 N	—
740—735	—	—	—	—	—	—	—	N	—	—	—	—	—	—	—	—
	Gewicht (Zahl der Beobachtungen)															
765—760	1	—	—	3	2	—	2	—	4	—	—	2	1	6	3	3
760—755	4	3	6	11	12	8	8	9	—	2	2	12	10	14	10	8
755—750	3	—	1	7	3	3	3	3	1	—	1	7	9	4	2	3
750—745	—	2	—	—	—	—	—	—	2	2	1	1	3	1	2	1
745—740	—	1	—	1	2	1	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—
	Luftdruck (500 *mm* +)															
765—760	65·8	—	—	63·3	62·4	—	59 2	—	58·7	—	—	59·8	57·8	63·2	59·1	58·5
760—755	58·4	60·1	61·2	61·4	61·7	60·7	60·6	58·1	—	58·3	58·1	58·0	58·1	57·7	57·3	55·9
755—750	55·4	—	61·1	58 3	55·5	54·9	55·9	53·9	50·6	—	53·2	54·1	55·1	54·4	53·4	49·4
750—745	—	54·0	—	—	—	—	—	—	50·2	50·5	56·5	48·9	50·1	48·5	49·2	48·4
745—740	—	49·5	—	56·7	50·5	45·7	—	—	46·2	—	—	45·8	—	—	—	—

Säntis.

Sommerhälfte

Luftdruck	Warme Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalte Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Temperaturabweichung																
765—760	+ 1·4	—	—	+ 1·5	— 1·1	—	— 2·7	—	— 8·5	—	—	— 3·2	— 5 3	— 3·7	— 6·6	— 6·5
760—755	— 0·2	+ 1·9	— 0·4	+ 2·2	— 0·8	+ 0·0	+ 0·8	— 0·3	—	— 3·6	+ 0·5	— 1·9	— 3·1	— 4·4	— 4·8	— 5·0
755—750	+ 2·8	—	+ 3·7	+ 1·1	— 2·4	+ 1·5	+ 0·8	+ 0·3	— 2·3	—	— 5·8	— 3·9	— 3·9	— 6·7	— 2·6	— 4·8
750—745	—	+ 2·5	—	—	—	—	—	—	— 6·0	— 0·6	+ 0·4	— 2·6	— 0·5	— 0·9	0·0	— 4·5
745—740	—	+ 4·4	—	+ 4·5	— 0·8	— 4·0	—	—	+ 1·3	—	—	+ 2·7	—	—	—	—
Relative Feuchtigkeit																
765—760	77	—	—	82	99	—	99	—	96	—	—	100	100	100	100	95
760—755	89	70	91	84	86	97	97	98	—	91	91	89	95	98	97	94
755—750	88	—	68	81	99	99	89	100	98	—	98	91	93	99	96	93
750—745	—	70	—	—	—	—	—	—	100	69	69	100	87	90	84	100
745—740	—	69	—	91	81	100	—	—	70	—	—	92	—	—	—	—
Bewölkung																
765—760	3	—	—	6	10	—	10	—	8	—	—	10	10	10	10	7
760—755	9	7	9	8	7	9	10	10	—	7	10	8	8	9	9	9
755—750	9	—	8	8	10	9	8	10	6	—	10	7	9	10	9	7
750—745	—	8	—	—	—	—	—	—	10	5	9	10	8	4	7	10
745—740	—	5	—	10	6	10	—	—	5	—	—	9	—	—	—	—
Windrichtung																
765—760	E 22 S	—	—	S 12 W	S 45 W	—	W 45 N	—	W 81 N	—	—	S 67 W	S 67 W	S 85 W	N 9 E	S 24 W
760—755	E	E 37 S	S 54 W	S 27 W	S 53 W	S 43 W	W 13 N	N 20 E	—	—	S 11 W	S 44 W	S 64 W	S 70 W	W 8 N	N 22 E
755—750	E 45 S	—	S 22 W	S 20 W	S 54 W	S 53 W	N 84 E	N 9 E	S 45 W	—	W	S 51 W	S 58 W	W 8 N	W 79 N	W
750—745	—	E 79 S	—	—	—	—	—	—	W 34 N	E 67 S	E 45 S	S 67 W	S 66 W	E 45 S	S 67 W	W 67 N
745—740	—	E 45 S	—	W	S 67 W	S 67 W	—	—	S 22 W	—	—	S	—	—	—	—

Man sieht, daß das Gebiet der niedrigen relativen Feuchtigkeit sich auf der Frontseite der Zyklone befindet, es koinzidiert mit dem warmen Gebiete. Die größte relative Feuchtigkeit ist auf der Rückseite.

Bewölkung. Die Mittelwerte der Bewölkung sind folgende:

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Winterhälfte								
Warme Zyklone	8	8	8	8	10	10	10	9
Kalte Zyklone	6 (7)	7	8	7	9	9	9	9
Sommerhälfte								
Warme Zyklone	7	7	8	8	8	9	9	10
Kalte Zyklone	7	(6)	(10)	9	9	8	9	8

Auch die Bewölkung besitzt die kleinsten Werte auf der Frontseite der Zyklonen, es koinzidierten der Lage nach das warme Gebiet, die geringe Bewölkung und relative Feuchtigkeit. Die Rückseite der Zyklonen weist eine größere Bewölkung auf.

Windverhältnisse. Das System der Luftströmungen in der warmen Winterzyklone ist demjenigen auf dem Sonnblick ähnlich; man sieht wiederum die südwest- bis südliche warme Strömung, der in den äußeren Druckstufen des W- und NW-Sektors die kalte Nordströmung begegnet.

Einen gewissen Unterschied zeigt der Nordsektor; auf dem Säntis haben die Strömungen eine deutliche Ostkomponente. Ebenso sind die Strömungen der kalten Winterzyklonen denen der am Sonnblick ähnlich. Wie in der warmen, so ist auch in der kalten Zyklone die Verschiebung des Zentrums des Wirbels gegen NW deutlich bemerkbar.

Obir.

(Siehe die Tabellen auf p. 20—23 [86—89].)

Luftdruckverteilung. Die Verschiebung des Gebietes des tiefsten Luftdruckes in der Richtung gegen NW, die durch die Data am Sonnblick und Säntis angedeutet ist, ist am Obir nicht erkennbar: die Gewichte des W- und NW-Sektors sind sehr spärlich.

Temperatur. Die Lage des warmen Gebietes an der Frontseite fällt bei allen Zyklonen im Obirniveau auf den E-Sektor, die Lage des kalten Gebietes auf der Rückseite auf den SW-, W- beziehungsweise NW-Sektor. In der warmen Winterzyklone ist die Lage des kalten Gebietes in dem Obirniveau gegen die in dem Säntisniveau, im Sinne der kalten Nordströmung, südwärts, in den W-Sektor, ver-

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Winterhälfte								
Warme Zyklone	+ 1·6	+ 1·9	+ 3·3*	+ 2·9	+ 2·7	+ 3·5 (+ 3·0)	+ 0·2*	+ 1·0
Kalte Zyklone	− 4·3	− 2·1	− 1·9*	− 2·2	− 3·9	− 3·3	− 5·5	− 6·3*
Sommerhälfte								
Warme Zyklone	+ 1·7	+ 2·0	+ 2·6*	+ 1·7	+ 2·4	+ 0·4*	+ 0·7	+ 2·1
Kalte Zyklone	− 3·9	− 1·8	− 0·7*	− 1·2	− 1·8	− 3·7	− 5·7*	− 4·0

Obir.

Winterhälfte

Luftdruck	Warme Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalte Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)																
765—760	5	9	4	4	4	4	1	—	1	3	3	6	2	—	2	1
760—755	6	13	9	16	8	3	—	—	12	13	3	14	6	4	4	4
755—750	4	4	5	11	6	6	1	2	6	5	5	11	6	6	5	—
750—745	1	2	2	6	4	—	1	—	3	1	2	4	4	3	—	4
745—740	—	—	2	—	1	2	—	—	1	—	—	1	2	1	—	—
740—735	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—
Luftdruck (500 *mm* +)																
765—760	93·2	93·2	93·1	93·8	92·7	91·1	94·1	—	88·4	90·5	90·6	88·7	93·6	—	86·8	94·1
760—755	87·3	87·0	88·2	91·0	87·9	89·3	—	—	85·1	86·1	83·1	86·9	88·9	85·6	85·5	84·2
755—750	83·2	84·5	84·3	86·5	84·9	86·7	86·1	85·8	81·0	79·8	85·4	82·1	82·8	83·1	80·8	—
750—745	81·7	77·5	82·6	81·6	82·1	—	76·9	--	80·0	78·8	80·3	79·6	78·7	78·4	—	78·5
745—740	—	—	80·7	—	76·7	75·8	—	—	73·6	—	—	74·7	77·6	75·7	—	—
740—735	—	71·7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	71·4	—	73·3	—	—
Temperaturabweichung																
765—760	+ 1·1	+ 2·9	+ 3·8	+ 3·5	+ 3·4	+ 2·3	+ 1·6	—	— 4·7	— 2·8	— 2·1	— 1·1	— 1·9	—	— 5·8	— 7·9
760—755	+ 0·9	+ 1·4	+ 2·6	+ 2·0	+ 3·8	+ 5·0	—	—	— 5·7	— 3·4	— 3·2	— 0·3	— 7·5	— 3·9	— 6·4	— 7·1
755—750	+ 2·1	+ 2·9	+ 3·1	+ 2·9	+ 1·2	+ 5·1	— 1·2	+ 1·0	— 7·6	— 3·7	+ 0·1	— 1·8	— 4·7	— 2·8	— 4·4	—
750—745	+ 2·3	+ 1·3	+ 2·1	+ 3·1	+ 2·3	—	+ 0·1	—	— 1·9	+ 1·5	— 2·4	— 1·5	— 1·6	— 4·5	—	— 4·0
745—740	—	—	+ 4·8	—	—	+ 1·7	—	—	— 1·7	—	—	— 3·9	— 3·9	— 2·5	—	—
740—735	—	+ 0·9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	— 4·3	—	— 2·6	—	—
Relative Feuchtigkeit																
765—760	96	99	100	93	82	85	92	—	100	100	92	94	84	—	91	87
760—755	99	98	97	96	95	81	—	—	94	98	98	95	94	82	92	96
755—750	100	99	100	99	99	95	94	100	97	91	95	96	92	98	93	—
750—745	100	100	98	97	97	—	95	—	100	87	100	99	99	93	—	98
745—740	—	—	100	—	80	100	—	—	100	—	—	100	97	81	—	—
740—735	—	100	—	--	—	—	—	—	—	—	—	100	—	100	—	—

Luftdruck	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Bewölkung																
765—760	9	10	10	7	5	4	1	—	10	10	4	7	0	—	10	8
760—755	8	9	9	8	7	3	—	—	9	10	8	7	9	3	6	9
755—750	10	10	10	10	10	5	10	10	10	8	7	9	6	8	5	—
750—745	10	10	10	9	7	—	8	—	10	10	10	10	10	9	—	9
745—740	—	—	10	—	0	10	—	—	10	—	—	10	10	5	—	—
740—735	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	—	10	—	—
Windrichtung																
765—760	E	E 60 S	S 34 W	S 45 W	W	S 55 W	W 45 N	—	E	S 45 W	S 45 W	S 77 W	W 45 N	—	E 23 S	N
760—755	N 80 E	E 25 S	S 52 W	S 56 W	S 73 W	W	—	—	N 25 E	E 80 S	S 16 W	S 81 W	S 74 W	W 34 N	N 26 E	W 13 N
755—750	E 45 S	E 67 S	S 33 W	S 36 W	S 60 W	S 67 W	W 45 N	—	N 45 E	E 84 S	S 55 W	S 12 W	S 75 W	E 67 S	W 51 N	—
750—745	N 45 E	E 67 S	S	S 30 W	S 28 W	—	W 45 N	—	N 45 E	E 45 S	E	S 58 W	S 28 W	W	—	N
745—740	—	—	S 45 W	—	N 45 E	S 45 W	—	—	W 45 N	—	—	N 45 E	—	S 45 W	—	—
740—735	—	S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	S 45 W	—	E	—	—

Warme Zyklone — **Kalte Zyklone**

Sommerhälfte

Gewicht (Zahl der Beobachtungen)

765—760	2	1	—	2	—	—	—	1	5	1	1	3	2	3	2	1
760—755	4	6	8	18	8	4	2	1	4	3	3	16	8	11	10	—
755—750	1	4	3	8	5	4	1	—	5	4	2	12	7	11	2	5
750—745	2	—	—	—	—	1	—	—	1	1	1	3	—	—	—	—
745—740	—	—	—	—	—	1	—	—	2	2	—	—	—	—	—	—
Luftdruck (500 *mm* +)																
765—760	95·1	96·5	—	98·7	—	—	—	99·0	91·9	94·9	97·6	93·0	97·4	92·9	92·5	90·4
760—755	90·3	93·2	94·6	94·2	94·6	91·9	91·0	95·0	89·1	90·2	93·7	92·0	92·0	91·0	89·7	—
755—750	88·6	91·0	87·6	90·0	87·9	89·9	91·3	—	83·7	86·2	85·0	87·5	86·8	87·9	85·8	85·7
750—745	—	85·4	—	—	—	85·9	—	—	83·0	79·7	85·3	82·0	—	—	—	—
745—740	—	—	—	—	—	77·9	—	—	79·9	78·2	—	—	—	—	—	—

Obir.

Sommerhälfte

Luftdruck	Warme Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalte Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Temperaturabweichung																
765—760	+ 0·7	+ 4·6	—	+ 1·0	—	—	—	+ 1·0	— 6·4	— 3·4	— 0·9	— 1·4	— 0·4	— 3·5	— 4·6	— 6·0
760—755	+ 2·2	+ 1·7	+ 1·9	+ 2·5	+ 2,9	+ 0·1	— 0·4	+ 3·2	— 4·4	— 4·0	— 0·7	— 1·3	— 1·6	— 4·0	— 4·8	—
755—750	+ 2·3	— 0·4	+ 3·3	+ 1·5	+ 2·0	+ 0·4	+ 1·7	—	— 4·9	— 0·7	— 2·0	— 1·7	— 3·5	— 3·7	— 7·6	— 2·0
750—745	—	+ 2·2	—	—	—	— 0·3	—	—	+ 1·9	+ 0·5	+ 0·8	— 0·2	—	—	—	—
745—740	—	—	—	—	—	+ 1·2	—	—	— 5·9	— 1·4	—	—	—	—	—	—
Relative Feuchtigkeit																
765—760	97	88	—	87	—	—	—	100	97	100	100	95	92	92	100	100
760—755	100	95	96	86	83	90	97	87	94	98	98	92	98	91	92	—
755—750	100	97	96	97	94	89	100	—	99	97	100	94	97	93	100	100
750—745	—	100	—	—	—	100	—	—	100	100	94	97	—	—	—	—
745—740	—	—	—	—	—	100	—	—	100	100	—	—	—	—	—	—
Bewölkung																
765—760	7	5	—	4	—	—	—	10	8	10	10	6	3	6	10	10
760—755	10	9	8	4	5	5	7	7	8	10	9	7	7	5	4	—
755—750	10	9	9	8	8	6	10	—	10	6	10	7	8	7	10	10
750—745	—	10	—	—	—	10	—	—	10	10	10	9	—	—	—	—
745—740	—	—	—	—	—	10	—	—	10	10	—	—	—	—	—	—
Windrichtung																
765—760	E	E 45 S	—	S 45 W	—	—	—	W 45 N	E	S 45 W	S	S 45 W	W 45 N	N 45 E	W 45 N	N 45 E
760—755	N 36 E	E 59 S	S 19 W	S 47 W	S 52 W	W	W 67 N	W 45 N	N	E 15 S	S 45 W	S 42 W	S 62 W	W 19 N	W 65 N	—
755—750	S 45 W	E 45 S	E 80 S	S 26 W	S 45 W	S 72 W	W 45 N	—	E	E 22 S	S 45 W	S 58 W	S 62 W	W 22 N	W 45 N	N 57 E
750—745	—	N 23 E	—	—	—	S 45 W	—	—	—	E 45 S	E 45 S	S 45 W	—	—	—	—
745—740	—	—	—	—	—	S 45 W	—	—	N	N	—	—	—	—	—	—

schoben. Bei der warmen Sommerzyklone ist eine ähnliche Verschiebung gegen das Sonnblickniveau bemerkbar. Die Temperaturunterschiede der Stirn- und der Rückseite in dem Obirniveau sind etwas kleiner als in dem Säntisniveau.

Relative Feuchtigkeit und Bewölkung. Die Amplitude der relativen Feuchtigkeit ist in allen Zyklonen gering und schwankt innerhalb der Grenze von 10 Prozent. Der Verlauf der Mittelwerte vom Sektor zu Sektor zeigt, daß die kleinste relative Feuchtigkeit im Südquadranten, die größte im Nordquadranten ist. Gleiches gilt auch von der Bewölkung.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Winterhälfte								
Warme Zyklone	99	99	99	96	91	90	94	(100)
Kalte Zyklone	98	94	96	97	93	91	92	94
Sommerhälfte								
Warme Zyklone	99	95	91	90	89	95	99	94
Kalte Zyklone	98	99	98	94	96	92	97	(100)
Winterhälfte								
Warme Zyklone	9	10	10	8	7	6	6	(10)
Kalte Zyklone	10	10	7	9	7 (9)	7	7	9
Sommerhälfte								
Warme Zyklone	9	8	8	5	7	8	9	9
Kalte Zyklone	9	9	10	7	6	6	8	(10)

Windverhältnisse. Das System der Luftströmungen in dem Obirniveau weist eine große Ähnlichkeit mit dem Säntisniveau auf.

Bjelašnica.

(Siehe die Tabellen auf p. 24—26 [90—92].)

Die Station Bjelašnica wurde gewählt, da sie das südöstlichste der europäischen, regelmäßig beobachtenden Observatorien ist. Das Beobachtungsmaterial umfaßt eine Periode von 11 Jahren, ist also kürzer als das der anderen Hochstationen. Aus diesem Grunde geben die Mittelwerte eine ziemlich rohe Darstellung der meteorologischen Verhältnisse, was besonders von der Luftdruckverteilung gilt.

Temperatur. In den warmen Zyklonen fällt das warme Gebiet auf den E-, respektive NE-Sektor, in den kalten auf den SE- und S-Sektor; es sind also die erwähnten warmen Gebiete in den warmen Zyklonen gegen die in den kalten im Sinne der südlichen Strömung verschoben.

Relative Feuchtigkeit und Bewölkung. Die kalte Zyklone weist eine fast gleichmäßige Verteilung der relativen Feuchtigkeit auf, die im Mittel zirka 90 Prozent beträgt; es läßt sich weder die Lage des Maximums noch des Minimums bestimmen. In der warmen ist die relative Feuchtigkeit an der Frontseite etwas kleiner. Die Bewölkung ist im allgemeinen gleichmäßig verteilt, zirka 10, an der Frontseite etwas kleiner.

Bjelašnica.

Winterhälfte

Luftdruck	Warme Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalte Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)																
765—760	—	6	1	1	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
760—755	—	5	6	3	4	—	1	—	1	4	2	2	2	—	1	—
755—750	—	4	2	5	2	—	—	—	2	6	4	6	3	1	1	1
750—745	1	2	2	3	—	—	—	—	—	2	1	3	1	2	1	—
745—740	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
740—735	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Luftdruck (500 *mm* +)																
765—760	—	91·7	95·0	91·5	—	—	—	—	—	90·4	—	—	—	—	—	—
760—755	—	87·1	89·3	87·0	88·2	—	85·0	—	86·5	88·7	86·6	86·4	87·3	—	83·2	—
755—750	—	83·7	84·6	83·7	85·7	—	—	—	81·9	82·5	81·9	83·6	81·8	80·6	82·8	80·3
750—745	81·9	79·6	81·5	79·0	—	—	—	—	—	81·5	76·1	77·4	83·5	79·2	75·5	—
745—740	—	—	—	76·4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
740—735	—	—	72·3	—	—	—	—	—	—	—	—	73·5	—	—	—	—
Temperaturabweichung																
765—760	—	+ 4·3	+ 5·3	+ 7·1	—	—	—	—	—	− 0·2	—	—	—	—	—	—
760—755	—	+ 3·3	+ 4·0	+ 4·2	+ 5·6	—	+ 1·2	—	− 9·2	+ 4·3	− 1·6	+ 1·8	+ 1·7	—	− 3·6	—
755—750	—	+ 5·0	+ 5·1	+ 3·0	+ 5·2	—	—	—	− 1·4	− 1·6	+ 0·7	+ 2·2	+ 0·7	− 3·4	− 8·0	+ 1·1
750—745	− 0·4	+ 2·6	+ 5·5	+ 2·5	—	—	—	—	—	− 1·8	+ 2·1	+ 1·6	+ 4·6	− 4·3	− 3·1	—
745—740	—	—	—	+ 3·4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
740—735	—	—	+ 4·8	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 0·6	—	—	—	—
Relative Feuchtigkeit																
765—760	—	78	100	(62)	—	—	—	—	—	93	—	—	—	—	—	—
760—755	—	92	95	90	93	—	91	—	91	85	91	91	94	—	89	—
755—750	—	92	93	94	86	—	—	—	89	91	91	92	93	89	92	92
750—745	92	93	93	92	—	—	—	—	—	92	93	91	100	91	87	—
745—740	—	—	—	93	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
740—735	—	—	92	—	—	—	—	—	—	—	—	93	—	—	—	—

Luftdruck	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Bewölkung																
765—760	—	8	10	10	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—
760—755	—	10	10	10	10	—	10	—	10	8	6	10	10	—	10	—
755—750	—	10	10	10	6	—	—	—	10	10	10	10	9	10	10	10
750—745	10	10	10	10	—	—	—	—	—	10	10	10	10	10	10	—
745—740	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
740—735	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—
Windrichtung																
765—760	—	S 4 W	S	S 45 W	—	—	—	—	—	E 45 S	—	—	—	—	—	—
760—755	—	E 58 S	S 14 W	S	S 34 W	—	N	—	N	S 20 W	S	S 22 W	S 45 W	—	W 45 N	—
755—750	—	S 11 W	S 45 W	S 17 W	S 45 W	—	—	—	N	E 58 S	E 79 S	S 23 W	S 15 W	N	N	N
750—745	—	E 67 S	S 45 W	S 15 W	—	—	—	—	—	S	S	S 45 W	S	S 45 W	N	—
745—740	—	—	—	S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
740—735	—	—	S	—	—	—	—	—	—	—	—	(E)	—	—	—	—
	Warme Zyklone								**Kalte Zyklone**							
Sommerhälfte																
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)																
765—760	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—
760—755	—	2	4	8	4	—	—	1	—	1	1	7	1	9	—	1
755—750	—	2	4	3	—	—	—	—	1	2	2	6	2	3	1	—
750—745	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—
745—740	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
Luftdruck (500 *mm* +)																
765—760	—	—	—	—	—	97·7	—	—	86·9	—	—	—	93·4	—	—	—
760—755	—	94·2	92·7	94·3	91·7	—	—	86·0	—	89·5	88·3	91·1	(83·8)	88·0	—	88·9
755—750	—	89·7	89·4	89·5	—	—	—	—	85·7	83·6	85·6	87·5	90·9	84·8	86·2	—
750—745	—	—	—	—	82·2	—	—	—	—	—	—	82·9	—	81·5	—	—
745—740	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	70·0	—	—	—	—	—

Bjelašnica.

Sommerhälfte

	Warme Zyklone								Kalte Zyklone							
Luftdruck	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Temperaturabweichung																
765—760	—	—	—	—	—	+ 2·1	—	—	— 7·8	—	—	—	— 5·3	—	—	—
760—755	—	+ 4·6	+ 1·4	+ 1·4	+ 0·2	—	—	— 2·7	—	— 1·0	+ 1·0	+ 0·4	(—11·2)	— 4·3	—	— 1·2
755—750	—	+ 2·9	+ 4·1	+ 2·7	—	—	—	—	— 6·6	— 3·4	— 2·3	+ 1·3	— 0·2	— 2·5	— 9·8	—
750—745	—	—	—	—	— 0·5	—	—	—	—	—	—	+ 0·8	—	— 3·8	—	—
745—740	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	— 1·0	—	—	—	—	—
Relative Feuchtigkeit																
765—760	—	—	—	—	—	84	—	—	88	—	—	—	74	—	—	—
760—755	—	82	83	88	75	—	—	91	—	100	100	96	86	91	—	100
755—750	—	87	72	100	—	—	—	—	89	91	95	95	96	91	92	—
750—745	—	—	—	—	94	—	—	—	—	—	—	93	—	91	—	—
745—740	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	92	—	—	—	—	—
Bewölkung																
765—760	—	—	—	—	—	9	—	—	10	—	—	—	(1)	—	—	—
760—755	—	6	9	7	4	—	—	10	—	10	10	8	10	7	—	10
755—750	—	10	6	10	—	—	—	—	10	10	10	9	10	10	10	—
750—745	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	10	—	10	—	—
745—740	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—
Windrichtung																
765—760	—	—	—	—	—	W	—	—	N	—	—	—	N	—	—	—
760—755	—	S 22 W	S 22 W	S 32 W	S 45 W	—	—	N	—	S	S 45 W	S 12 W	E	W 13 N	—	S
755—750	—	S 45 W	S	S	—	—	—	—	E	N	S 22 W	S 10 W	S 22 W	S 45 W	E	—
750—745	—	—	—	—	S 22 W	—	—	—	—	—	—	S	—	S 45 W	—	—
745—740	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	S	—	—	—	—	—

Windverhältnisse. Die Strömungen sind sowohl in der warmen, als auch in der kalten Zyklone, soweit die Sektoren vertreten sind, in guter Übereinstimmung mit dem — der Höhe nach nicht sehr verschiedenen — Obirniveau.

Mt. Ventoux.

(Siehe die Tabellen auf p. 28—30 [94—96].)

Luftdruckverteilung. Die Verteilung des Luftdruckes in dem Mt. Ventouxniveau scheint das bei den vorangehenden Observatorien gefundene Ergebnis zu bestätigen: nämlich die Verschiebung des tiefsten Luftdruckes in dem Mt. Ventouxniveau in der Richtung gegen NW.

Temperatur. Die Temperaturverteilung in den Sektoren zeigt das Maximum in den warmen Zyklonen im südöstlichen und östlichen Sektor, in den kalten wahrscheinlich in dem E-Sektor. Das Minimum der Temperatur fällt in den warmen Zyklonen auf den W- und sogar auf den S-Sektor, in den kalten auf den NW- und W-Sektor. Der Unterschied der Temperatur zwischen der Stirn- und der Rückseite der Zyklone (im Winter) ist bedeutend, beträgt zirka 4·5° C.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Winterhälfte								
Warme Zyklone	+ 0·7	—	+ 0·4	+ 1·4 *	+ 0·8	— 1·2	— 3·1 *	— 0·5
Kalte Zyklone	— 1·2	—	—	— 1·6	— 2·4	— 4·7	— 6·0 *	— 6·0*
Sommerhälfte								
Warme Zyklone	— 0·0	—	+ 0·3*	— 0·1	— 2·0*	— 1·7	— 0·4 (— 1·4)	+ 0·8 (— 0·9)
Kalte Zyklone	—	—	(— 2·5)	— 4·4	— 3·6	— 3·9	— 5·9*	— 5·8*

Relative Feuchtigkeit und Bewölkung. In dem Mt. Ventouxniveau ist auf der Rückseite der Zyklonen nur geringe Feuchtigkeit und geringe Bewölkung zu verzeichnen. Wenn man zu den einzelnen Fällen übergeht, aus welchen die Mittel gebildet werden, wiederholt sich derselbe Fall, der auf dem Pic du Midi nachgewiesen wurde: die Rückseite aller Zyklonen in dem Pic du Midi-Niveau weist eine bedeutende Anzahl von nördlichen Fallwinden mit kleiner relativer Feuchtigkeit und geringerer Bewölkung auf.

Windverhältnisse. Die Windverhältnisse auf dem Mt. Ventoux stellen ein Übergangsstadium von denen in den Pyrenäen zu denjenigen der Alpen dar.

Warme Zyklone: In den beiden warmen Zyklonen sind die erwähnten Strömungen, die kalte Nord- und die warme Südströmung markant voneinander getrennt. Zieht man die Linie, die diese beiden Strömungen voneinander trennt, so geht dieselbe in der Mitte des Nordsektors (wo sowohl die Nord- als auch die Südströmung vorkommt) und teilt den S- von dem SW-Sektor. Die durch die Südströmung beherrschte Fläche ist etwas größer, in der warmen Sommerzyklone bedeutend größer als diejenige der Nordströmung. Man vergleiche die Windverhältnisse der warmen Zyklonen auf dem Mt. Ventoux und Pic du Midi miteinander unter der Berücksichtigung des Höhenunterschiedes 1900 *m* und 2859 *m*.

Auf dem Pic du Midi verläuft in der warmen Winterzyklone die Trennungslinie der beiden Strömungen zwischen dem W- und SW-Sektor, auf dem Mt. Ventoux zwischen dem SW- und S-Sektor. Dasselbe gilt für die Sommerzyklone. Es reicht also im Mt. Ventouxniveau, das ein tieferes Niveau darstellt, die

Mt. Ventoux.

Winterhälfte

Luftdruck	Warme Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalte Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)																
765—760	—	—	—	3	2	1	5	7	—	1	—	4	—	1	5	3
760—755	2	—	3	8	3	7	5	8	—	—	—	3	5	2	15	4
755—750	2	—	6	13	4	—	8	6	1	—	—	8	9	4	13	8
750—745	2	—	1	7	5	5	3	4	1	—	—	4	3	3	5	3
745—740	1	—	—	3	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	1	—
740—735	2	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Luftdruck (600 *mm* +)																
765—760	—	—	—	104·0	102·8	104·1	101·1	100·5	—	97·4	—	103·2	—	103·1	98·3	100·0
760—755	97·9	—	98·2	99·3	100·8	97·8	95·4	98·3	—	—	—	99·5	99·6	96·3	93·8	94·5
755—750	96·8	—	94·0	95·4	91·9	—	95·0	93·8	94 9	—	—	93·7	95·5	94·1	91·3	90·6
750—745	90·2	—	91·6	90·3	89·8	89·6	85·1	88·1	86·5	—	—	88·9	89·4	90·8	84·2	88·1
745—740	84·8	—	—	92·8	—	—	—	—	85·5	—	—	—	—	87·6	86·4	—
740—735	82·1	—	—	—	—	—	78·6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Temperaturabweichung																
765—760	—	—	—	+ 1·8	+ 4·3	+ 1·3	— 1·3	— 0·8	—	— 5·1	—	— 2·8	—	— 5·7	— 5·6	— 4·9
760—755	— 0·3	—	+ 0·1	+ 2·3	— 1·0	— 1·4	— 3·5	— 1·2	—	—	—	+ 0·9	— 3·0	—12·7	— 6·1	— 8·4
755—750	0·0	—	+ 0·7	— 0·1	+ 1·4	—	— 0 9	— 0·7	— 2·8	—	—	— 1·2	— 2·0	— 2·1	— 6·1	— 6·3
750—745	+ 0·4	—	+ 0·4	+ 2·2	— 1·4	— 3·4	— 6·3	+ 0·6	— 0·6	—	—	— 3·1	— 2·2	— 3·4	— 7·3	— 4·2
745—740	+ 0·5	—	—	+ 0·8	—	—	—	—	— 0·3	—	—	—	—	+ 0·5	— 4·9	—
740—735	+ 3·0	—	—	—	—	—	— 3·6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Relative Feuchtigkeit																
765—760	—	—	—	84	83	100	86	83	—	92	—	90	—	100	91	69
760—755	70	—	100	99	79	89	83	75	—	—	—	93	100	(29)	85	68
755—750	85	—	100	93	100	—	84	82	100	—	—	100	97	100	92	75
750—745	100	—	100	100	85	96	83	94	100	—	—	100	100	83	93	83
745—740	100	—	—	100	—	—	—	—	90	—	—	—	—	100	100	—
740—735	100	—	—	—	—	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Luftdruck	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Bewölkung																
765—760	—	—	—	7	7	10	7	7	—	7	—	9	—	10	6	4
760—755	5	—	10	10	7	8	6	5	—	—	—	9	10	(0)	7	3
755—750	8	—	10	9	10	—	8	7	10	—	—	10	9	10	8	9
750—745	10	—	10	10	8	9	8	9	10	—	—	10	10	7	8	8
745—740	10	—	—	10	—	—	—	—	7	—	—	—	—	10	10	—
740—735	10	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Windrichtung																
765—760	—	—	—	E 75 S	E 45 S	W 67 N	N 28 E	N 41 E	—	N	—	E 67 S	—	W 45 N	N	W 78 N
760—755	E 22 S	—	E 51 S	E 52 S	S 54 W	W 68 N	N	N 20 E	—	—	—	E 52 S	W 15 N	N	W 85 N	N 17 E
755—750	N	—	E 56 S	E 46 S	E 56 S	—	N 3 E	N 27 E	S 67 W	—	—	E 49 S	S 27 W	S 67 W	W 87 N	N 43 E
750—745	E 67 S	—	S	E 67 S	S 87 W	W 76 N	W 78 N	N 26 E	E 67 S	—	—	S	E 45 S	W 40 N	W 82 N	N 80 E
745—740	W 67 N	—	—	E 45 S	—	—	—	—	E 45 S	—	—	—	—	S	N	—
740—735	E 45 S	—	—	—	—	—	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Warme Zyklone								**Kalte Zyklone**							
Sommerhälfte																
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)																
765—760	—	—	—	3	3	—	2	1	—	—	—	—	—	3	3	1
760—755	2	—	1	6	8	8	10	3	—	—	1	3	7	7	12	4
755—750	2	—	—	—	3	5	3	4	—	—	1	2	9	1	4	1
750—745	1	—	1	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	2	2	—
745—740	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
Luftdruck (500 *mm* +)																
765—760	—	—	—	103·9	105·9	—	106·0	103·5	—	—	—	—	—	105·5	100·1	100·3
760—755	100·1	—	100·6	104·5	103·0	100·7	99·9	99·5	—	—	102·2	100·9	101·8	101·5	96·7	98·8
755—750	97·8	—	—	—	99·1	97·5	95·7	97·6	—	—	98·7	98·7	96·5	94·7	93·2	98·2
750—745	90·1	—	92·9	—	—	93·1	96·8	93·8	—	—	—	—	—	91·3	88·4	—
745—740	—	—	89·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	87·2	—	—

Mt. Ventoux.

Sommerhälfte

Luftdruck	Warme Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalte Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Temperaturabweichung																
765—760	—	—	—	+ 0·7	— 3·0	—	— 1·2	— 3·9	—	—	—	—	—	— 4·5	— 7·3	— 5·3
760—755	+ 1·2	—	— 3·1	— 0·8	— 2·7	— 1·8	— 2·3	— 1·0	—	—	— 1·5	— 3·0	— 2·9	— 3·0	— 5·0	— 6·5
755—750	— 2·5	—	—	—	— 0·4	— 2·0	— 0·6	+ 2·1	—	—	— 3·5	— 5·7	— 4·2	— 7·5	— 4·5	— 5·5
750—745	+ 1·2	—	+ 3·2	—	—	— 1·3	+ 2·8	+ 5·9	—	—	—	—	—	— 2·3	— 6·6	—
745—740	—	—	+ 0·7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	— 2·3	—	—
Relative Feuchtigkeit																
765—760	—	—	—	89	89	—	83	100	—	—	—	—	—	100	85	68
760—755	78	—	100	82	90	95	87	94	—	—	100	97	96	91	92	90
755—750	100	—	—	—	100	100	100	89	—	—	100	100	97	54	89	100
750—745	93	—	100	—	—	100	100	62	—	—	—	—	—	100	100	—
745—740	—	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	—	—
Bewölkung																
765—760	—	—	—	9	7	—	6	10	—	—	—	—	—	10	7	2
760—755	6	—	10	6	8	10	8	9	—	—	10	9	9	7	9	8
755—750	10	—	—	—	10	10	10	6	—	—	10	10	10	0	8	10
750—745	10	—	10	—	—	10	10	7	—	—	—	—	—	10	10	—
745—740	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—
Windrichtung																
765—760	—	—	—	W 76 N	S	—	N 22 E	N 22 E	—	—	—	—	—	W 75 N	N	N
760—755	N 67 E	—	E 45 S	S 56 W	W 27 N	W 72 N	N 15 E	N 28 E	—	—	E 45 S	E 66 S	S 5 W	W 76 N	W 68 N	N 35 E
755—750	W 67 N	—	—	—	E 45 S	N 14 E	W 76 N	E 28 S	—	—	S	E 56 S	W 20 N	N	N 11 E	W 45 N
750—745	E 22 S	—	E 45 S	—	—	E 45 S	N	E 45 S	—	—	—	—	—	N 56 E	N	—
745—740	—	—	S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N	—	—

kalte Strömung weiter nach Süden. Stellt man sich diese Verhältnisse räumlich vor, so bedeutet das, daß die kalte Nordströmung sich wie ein Keil unter die warme Südströmung schiebt und dieselbe auf solche Weise hebt. Ferner sei darauf aufmerksam gemacht, daß in dem Mt. Ventouxniveau die warme Strömung von SE kommt, also eine einströmende Komponente besitzt, auf dem Pic du Midi dagegen von SW bis W. Es weist also die Südströmung eine rasche Rechtsdrehung mit der Höhe auf.

Kalte Zyklone: Vergleicht man die Windverhältnisse auf dem Mt. Ventoux und Pic du Midi miteinander, so weisen diese (in der kalten Zyklone) keine bedeutenden Unterschiede auf; nur daß die warme Strömung der Frontseite im Mt. Ventouxniveau eine einströmende Komponente besitzt (nämlich aus SE), während die im Pic du Midiniveau — etwa 1000 *m* höher — in dem S-Quadrant schon aus dem Gebiete der Zyklone eine ausströmende Komponente aufweist (nämlich aus W).

Schneekoppe.

(Siehe die Tabellen auf p. 32—34 [98—100].)

Luftdruckverteilung. Die Verteilung des Luftdruckes — soweit der NW-Quadrant vertreten ist — verrät die bei den höheren Observatorien erwähnte Verschiebung des tiefsten Druckes in nordwestlicher Richtung von dem Zentrum.

Temperatur. Die warmen Gebiete auf der Frontseite der Zyklonen fallen in den warmen Zyklonen auf den NE- bis N-Sektor, in den kalten auf den E- bis NE-Sektor. Die kalten Gebiete auf der Rückseite der Zyklonen fallen in den warmen auf den W- bis S-Sektor, in den kalten auf den W- bis SW-Sektor. Es läßt sich also eine Drehung mit den vorherrschenden Strömungen unzweideutig verfolgen, wenn man von dem höheren Niveau in das niedrigere herabsteigt. Der Unterschied der Temperatur zwischen der Front- und der Rückseite der Zyklonen beträgt zirka 5° C, in den kalten ist er etwas größer.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Winterhälfte								
Warme Zyklone	+ 1·4	+ 4·8*	+ 4·6	+ 2·2	+ 1·8	+ 0·3	+ 0·0*	(+ 4·0)
Kalte Zyklone	− 1·3	− 0·7	− 0·6*	− 1·9	− 2·9	− 4·3	− 6·7*	− 4·6
Sommerhälfte								
Warme Zyklone	+ 4·0*	+ 5·5* (+ 3·7)	+ 3·5	+ 1·8	− 0·6*	− 0·4	− 0·2	+ 3·1
Kalte Zyklone	− 1·1	+ 0·9*	+ 0·5	− 1·8	− 4·4*	− 3·6	− 4·3*	− 1·7

Bewölkung. In der Verteilung der Bewölkung findet man die kleinsten Werte dieses Elementes an der Frontseite der Zyklonen. Die Gebiete der geringeren Bewölkung koinzidieren allgemein mit jenen der größten positiven Abweichung der Temperatur.

Windverhältnisse. Die Windströmungen in dem Schneekoppenniveau weisen einen zyklonalen Wirbel um ein Zentrum auf, das mit dem tiefsten Drucke im Meeresniveau fast übereinstimmt. Auf der Frontseite der Zyklonen überwiegt bei den Luftströmungen eine Komponente nach auswärts.

Schneekoppe.

Winterhälfte

Luftdruck	Warme Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalte Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)																
765—760	6	4	5	2	2	—	—	—	4	2	5	—	1	—	—	1
760—755	7	5	13	20	8	6	1	—	9	6	9	10	2	2	1	6
755—750	7	2	17	23	7	3	2	1	8	3	15	13	7	7	3	3
750—745	1	1	13	8	3	6	1	—	2	—	5	6	3	5	3	3
745—740	3	1	3	4	3	—	—	—	2	—	1	6	2	1	1	—
740—735	—	—	1	4	1	—	—	—	—	1	—	3	—	1	—	—
Luftdruck (600 *mm* +)																
765—760	23·0	21·7	22·3	25·8	25·0	—	—	—	20·4	22·6	24·9	—	26·2	—	—	25·0
760—755	20·2	21·2	21·2	20·8	19·3	17·8	21·8	—	19·2	17·3	19·2	18·6	17·0	18·0	17·5	16·6
755—750	16·1	15·3	16·4	16·2	14·9	14·8	16·3	13·2	15·1	17·8	15·5	14·3	13·4	13·5	13·0	13·2
750—745	10·7	11·7	13·2	11·1	11·6	12·3	7·2	—	10·9	—	11·4	12·6	11·1	9·3	9·2	11·1
745—740	6·7	12·7	9·5	8·7	9·7	—	—	—	7·3	—	7·7	8·5	3·9	3·4	(399·7)	—
740—735	—	—	4·4	2·4	4·8	—	—	—	—	2·1	—	2·4	—	3·7	—	—
Temperaturabweichung																
765—760	+ 2·7	+ 3·1	+ 2·9	+ 2·0	+ 3·0	—	—	—	— 3·2	+ 0·8	— 0·0	—	— 0·6	—	—	— 5·1
760—755	+ 1·9	+ 5·0	+ 6·2	+ 2·2	+ 2·5	— 1·0	0·0	—	— 1·7	— 3·2	— 1·2	— 1·4	— 3·7	— 3·9	— 8·9	— 7·2
755—750	+ 2·3	+ 1·8	+ 3·3	+ 1·2	+ 0·5	+ 2·2	— 2·4	+ 4·0	— 1·5	+ 0·4	— 0·4	— 1·7	— 2·8	— 3·3	— 5·2	— 4·3
750—745	+ 2·9	+ 5·9	+ 3·7	+ 3·2	+ 2·5	— 0·2	+ 2·5	—	— 0·3	—	— 0·8	— 0·7	— 4·1	— 3·1	— 4·7	— 1·7
745—740	— 2·7	+ 8·1	+ 5·6	+ 3·8	+ 3·1	—	—	—	+ 0·2	—	(+5·0)	— 3·2	— 3·4	— 6·1	— 8·0	—
740—735	—	—	+ 5·7	+ 0·8	— 0·8	—	—	—	—	— 0·9	—	— 2·3	—	— 5·0	—	—
Bewölkung																
765—760	8	8	9	5	6	—	—	—	7	0	5	—	10	—	—	10
760—755	10	6	7	10	8	10	10	—	8	8	7	10	10	9	10	8
755—750	10	10	7	8	10	10	10	10	10	10	7	10	10	10	7	10
750—745	10	10	7	10	10	10	10	—	8	—	8	10	10	10	10	10
745—740	10	2	9	10	10	—	—	—	10	—	10	10	10	10	10	—
740—735	—	—	10	10	10	—	—	—	—	10	—	10	—	0	—	—

Luftdruck	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
							Windrichtung									
765—760	E 74 S	S	S 23 W	S 45 W	W	—	—	—	W 80 N	E 67 S	S 26 W	—	S 45 W	—	—	W
760—755	E 62 S	S 21 W	S 28 W	S 21 W	W 22 N	W 16 N	W 45 N	—	S	E 32 S	S 7 W	S 28 W	S 22 W	S 79 W	N	W 87 N
755—750	S	—	S 14 W	S 41 W	S 64 W	W 18 N	W 67 N	S	S	S 22 W	S 35 W	S 36 W	S 49 W	W 19 N	W 74 N	W 10 N
750—745	E	S 45 W	S 17 W	S 48 W	S 80 W	W 19 N	N	—	—	—	S 6 W	S 49 W	W 18 N	S 75 W	N 45 E	N
745—740	E 10 S	S	S 18 W	S 45 W	W	—	—	—	N 45 E	—	E 45 S	S 9 W	S 45 W	W	W 45 N	—
740—735	—	—	W 45 N	S 73 W	W	—	—	—	—	N 45 E	—	W 18 N	—	W	—	—
	Warme Zyklone								**Kalte Zyklone**							
							Sommerhälfte									
							Gewicht (Zahl der Beobachtungen)									
765—760	2	—	6	—	—	—	1	2	2	1	2	—	1	—	1	5
760—755	7	7	13	12	13	3	—	2	3	3	9	11	6	7	7	6
755—750	3	4	7	12	4	2	—	—	5	3	11	16	7	13	6	2
750—745	1	1	6	2	1	1	1	1	4	3	2	6	1	3	—	1
745—740	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
							Luftdruck (600 *mm* +)									
765—760	28·8	—	27·8	—	—	—	—	29·5	23·3	26·2	24·4	—	27·4	—	22·6	25·3
760—755	24·5	28·4	26·6	25·8	25·4	20·3	—	27·2	22·6	23·9	22·9	22·0	22·4	22·2	20·4	21·7
755—750	21·3	21·8	22·4	21·1	21·2	19·2	—	—	16·6	18·8	19·2	18·1	18·5	20·4	18·0	18·2
750—745	18·3	18·8	18·2	16·0	15·9	10·7	16·7	19·4	13·7	14·0	17·6	12·1	14·9	12·3	—	17·5
745—740	—	—	—	—	—	7·8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Schneekoppe.

Warme Zyklone — Kalte Zyklone

Sommerhälfte

Luftdruck	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Temperaturabweichung																
765—760	+ 5·8	—	+ 2·3	—	—	—	+ 0·5	+ 4·3	— 2·7	+ 0·5	0·0	—	— 3·3	—	— 3·0	— 4·7
760—755	+ 4·3	+ 1·4	+ 3·7	+ 2·4	+ 0·4	+ 1·3	—	+ 4·2	— 0·2	— 1·5	— 0·3	— 2·0	— 1·6	— 2·2	— 5·4	— 3·7
755—750	+ 1·6	+ 6·0	+ 3·0	+ 2·3	+ 0·5	— 1·2	—	—	— 2·1	+ 2·6	— 1·2	— 2 9	— 5·8	— 3·1	— 4·4	— 0·9
750—745	+ 4·2	+ 9·2	+ 5·0	+ 0·8	— 2·7	— 1·5	— 0·9	+ 0·8	+ 0·6	+ 2·0	+ 3·4	— 0·4	— 7·0	— 5·6	—	+ 2·4
745—740	—	—	—	—	—	+ 7·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bewölkung																
765—760	2	—	8	—	—	—	10	10	10	10	10	—	10	—	10	10
760—755	10	8	7	7	9	10	—	8	6	10	9	7	8	9	10	10
755—750	10	7	6	8	8	10	—	—	10	1	8	10	10	10	10	10
750—745	10	0	8	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	—	10
745—740	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Windrichtung																
765—760	E 67 S	—	S 58 W	—	—	—	W 45 N	E	N 11 E	S 22 W	S	—	N	—	E	N 25 E
760—755	E 67 S	E 52 S	S 30 W	S 35 W	S 66 W	W 36 N	—	N 45 E	N 45 E	S 5 W	S 12 W	S 51 W	S 69 W	W 59 N	W 52 N	N 10 E
755—750	E 16 S	E 79 S	S 12 W	S 32 W	S 61 W	W 67 N	—	—	W 45 N	E 75 S	S 14 W	S 42 W	S 39 W	W 28 N	W 67 N	W 45 N
750—745	S	S	E 79 S	S 32 W	W	S 45 W	N 45 E	N	N 22 E	S 15 W	S 22 W	S 45 W	W 45 N	W 19 N	—	E 45 S
745—740	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Belchen.

(Siehe die Tabellen auf p. 36--38 [102--104].)

Luftdruckverteilung. —.

Temperatur. Die Sektorenverteilung der Temperatur zeigt, daß die Lage des warmen Gebietes in den warmen Zyklonen auf den SE-Sektor, in den kalten auf den E-Sektor fällt. Die Lage der kalten Gebiete der Rückseite schwankt bedeutend; in der warmen Winterzyklone zeigen sich zwei Minima im S und NW (wahrscheinlich nur eines von beiden gleichzeitig möglich), in der Sommerzyklone dagegen nur eines im SW. Im Jahresmittel fallen die kalten Gebiete in den kalten Zyklonen auf NW bis W, in den warmen auf W bis SW. Der Unterschied der Temperatur zwischen der Front- und der Rückseite ist in den kalten um zirka $^1/_4$ größer als in den warmen, wo derselbe ungefähr 4° C beträgt.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Winterhälfte								
Warme Zyklone	+ 0·7	+ 2·7	+ 2·7	+ 3·6*	— 0·1 *	+ 0·5	— 0·0	— 5·3*
	(— 0·2)			(+ 3·3)				
Kalte Zyklone	— 5·2	(— 5·6)	— 0·3 *	— 1·5	— 2·6	— 2·7	— 4·5	— 4·6
					(— 2·1)	(— 3·5)	(— 3·2)	(— 3·8)
Sommerhälfte								
Warme Zyklone	— 0·8	— 1·9	— 0·6	+ 0·4*	— 3·0	— 3·4*	— 1·5	— 0·5
Kalte Zyklone	—	—	+ 0·6*	— 3·8	— 3·8	— 4·8*	— 2·9	— 4·5
				(— 2·7)			(— 5·7)*	(— 5·5)

Relative Feuchtigkeit und Bewölkung. Diese Elemente sind allgemein auf der Frontseite der Zyklonen etwas geringer als in den anderen Sektoren, also in Übereinstimmung mit den anderen Niveaus.

Windverhältnisse. Die Strömungen in dem Belchenniveau sind denjenigen der Schneekoppe sehr ähnlich. Hier am Belchen hat sich ebenso wie in der warmen als auch in der kalten Zyklone eine einströmende Komponente fast überall eingestellt, mit Ausnahme der NE-, E- und SE-Sektoren, wo noch die Luft in der Richtung vom Zentrum ausströmt. Der Unterschied im Schneekoppen- und Belchenniveau zeigt sich bloß in dem Nordsektor; auf der Schneekoppe herrscht noch Ausströmung, in dem Belchenniveau schon Einströmung.

Ben Nevis.

(Siehe die Tabellen auf p. 40—42 [106—108].)

Luftdruckverteilung. Von diesem Elemente läßt sich kaum etwas sagen, die Gewichte sind nicht bedeutend und nur der SW-Quadrant ist vertreten.

Temperatur. Die Temperaturverhältnisse des Ben Nevisniveaus sind meist durch negative Abweichung gekennzeichnet, sowohl in der kalten als auch in der warmen Zyklone. Das kalte Gebiet der Rückseite liegt in dem W- und SW-Sektor; das warme Gebiet der Frontseite ist wahrscheinlich in dem SE-Sektor zu suchen.

Bewölkung. Hierüber läßt sich nur sagen, daß die Bewölkung in dem N-Quadrant der warmen Zyklonen etwas kleiner ist als in den benachbarten Sektoren, soweit sie eben vertreten sind.

Belchen.

Winterhälfte

Luftdruck	Warme Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalte Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)																
765—760	6	—	2	—	—	—	—	—	5	—	—	—	1	1	1	4
760—755	6	3	7	10	11	6	2	3	2	—	3	2	2	5	3	3
755—750	6	3	4	8	9	4	2	1	4	1	2	10	7	9	1	3
750—745	2	—	2	5	2	1	4	—	1	—	4	3	2	2	1	1
745—740	1	—	5	1	5	—	—	2	—	—	—	1	6	2	3	—
740—735	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Luftdruck (600 *mm* +)																
765—760	41·0	—	42·9	—	—	—	—	—	37·9	—	—	—	39·9	43·8	38·5	39·2
760—755	35·1	38·9	36·9	40·5	39·1	37·3	41·4	35·5	34·7	—	37·2	33·0	38·6	37·9	38·8	34·9
755—750	31·7	34·7	35·2	34·1	34·3	33·1	35·1	29·5	31·8	29·4	33·8	31·7	33·2	32·8	29·6	31·8
750—745	27·9	—	30·2	30·3	29·5	31·6	27·4	—	24·7	—	29·9	29·5	29·4	28·5	25·7	28·7
745—740	25·1	—	25·4	29·5	24·5	—	—	21·5	—	—	—	29·5	25·4	25·6	24·5	—
740—735	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Temperaturabweichung																
765—760	− 1·7	—	+ 3·9	—	—	—	—	—	− 9·1	—	—	—	− 4·6	+ 0·5	− 4·3	− 5·8
760—755	+ 0·8	+ 2·1	+ 3·8	+ 4·3	− 0·3	− 0·1	+ 0·9	− 5·5	− 3·3	—	− 3·1	− 1·2	− 1·4	− 4·3	− 3·8	− 4·5
755—750	− 0·2	+ 3·4	+ 3·4	+ 3·5	− 0·4	+ 0·8	+ 0·9	− 4·5	− 4·0	− 5·6	+ 1·7	− 1·0	− 0·2	− 3·5	− 2·4	− 1·2
750—745	+ 0·2	—	+ 0·8	+ 2·1	0·0	+ 0·8	− 1·9	—	− 4·4	—	+ 0·4	− 3·5	− 5·3	− 3·3	− 9·7	− 6·9
745—740	+ 4·2	—	+ 0·6	+ 4·6	+ 0·3	—	—	− 5·8	—	—	—	− 0·3	− 1·4	− 2·7	− 2·5	—
740—735	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bewölkung																
765—760	10	—	(10)	—	—	—	—	—	9	—	—	—	10	10	10	8
760—755	7	8	8	7	9	8	10	10	(10)	—	10	10	10	7	10	10
755—750	7	7	10	9	10	10	10	10	5	10	9	9	10	10	10	10
750—745	9	—	(10)	10	10	10	10	—	0	—	9	10	9	10	10	10
745—740	10	—	10	10	10	—	—	10	—	—	—	10	10	10	10	—
740—735	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Luftdruck	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Windrichtung																
765—760	N 25 E	--	S 45 W	—	—	—	—	—	W 73 N	—	—	—	S 45 W	W	S 45 W	N 9 E
760—755	N 9 E	E 54 S	W	S 72 W	S 74 W	W 10 N	W 79 N	N 45 E	W 45 N	—	S 75 W	S 22 W	W	S 73 W	N	W 63 N
755—750	N 6 E	E 45 S	S 77 W	S 63 W	S 69 W	W 9 N	W	S 45 W	N	W 45 N	S 22 W	S 54 W	S 82 W	S 69 W	W	W
750—745	N	—	W	S 45 W	S 45 W	S 45 W	W 22 N	—	E 45 S	—	S 39 W	S 45 W	S 45 W	S 45 W	N 45 E	S 45 W
745—740	W 45 N	—	S 41 W	S 45 W	S 80 W	—	—	N 45 E	—	—	—	S 45 W	S 50 W	S 67 W	W 10 N	—
740—735	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Warme Zyklone								**Kalte Zyklone**							
Sommerhälfte																
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)																
765—760	1	—	—	—	1	—	2	1	—	—	—	1	—	1	4	2
760—755	6	1	5	8	8	7	4	5	—	—	1	6	5	5	3	3
755—750	1	2	1	9	5	2	4	3	—	—	—	10	10	4	1	2
750—745	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	1	1	4	—	2	1
745—740	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Luftdruck (600 *mm* +)																
765—760	46·7	—	—	—	43·9	—	42·0	42·2	—	—	—	39·8	—	42·8	40·8	40·9
760—755	40·5	41·3	40·8	41·7	42·2	40·3	40·9	40·2	—	—	38·6	38·3	39·3	39·9	39·2	36·7
755—750	36·8	36·8	40·3	37·6	36·6	36·0	35·7	34·8	—	—	—	35·8	36·3	33·9	39·7	33·8
750—745	—	—	—	—	34·8	—	34·3	—	—	—	35·8	28·5	30·4	—	31·2	—
745—740	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25·4
Temperaturabweichung																
765—760	— 2·8	—	—	—	— 1·7	—	— 5·5	— 0·7	—	—	—	— 6·1	—	— 4·7	— 6·6	— 8·2
760—755	+ 1·0	— 1·8	— 1·2	— 0·7	— 2·0	— 3·0	+ 0·9	— 0·4	—	—	+ 0·9	— 3·3	— 3·1	5·1	4·9	— 6·5
755—750	+ 1·3	— 1·9	0·0	+ 1·4	— 3·1	— 3·8	— 2·2	— 0·5	—	—	—	— 2·0	— 4·7	4·7	— 0·1	2·9
750—745	—	—	—	—	— 5·1	—	+ 0·8	—	—	—	+ 0·3	— 3·8	— 3·7	—	+ 0·2	—
745—740	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	— 0·2

Belchen.

Sommerhälfte

Luftdruck	Warme Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalte Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Relative Feuchtigkeit																
765—760	100	—	—	—	100	—	100	100	—	—	—	100	—	100	99	100
760—755	99	90	99	93	99	96	88	91	—	—	100	98	99	99	99	100
755—750	100	100	99	92	99	97	100	100	—	—	—	96	99	100	100	100
750—745	—	—	—	—	100	—	100	—	—	—	(81)	100	100	—	91	—
745—740	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100
Bewölkung																
765—760	10	—	—	—	9	—	10	10	—	—	—	10	—	10	9	10
760—755	8	—	9	7	7	9	8	9	—	—	10	9	10	8	10	10
755—750	10	10	10	8	10	10	10	10	—	—	—	8	9	10	10	10
750—745	—	—	—	—	10	—	10	—	—	—	8	10	10	—	8	—
745—740	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
Windrichtung																
765—760	N 45 E	—	—	—	W	—	N	W 22 N	—	—	—	S 45 W	—	W	N	N 67 E
760—755	N 56 E	S 45 W	W	S 67 W	S 73 W	S 78 W	W 63 N	N 10 E	—	—	S 45 W	S 73 W	W	S 81 W	W	W 30 N
755—750	E 45 S	E	S 67 W	S 47 W	W	S 45 W	W 18 N	N 54 E	—	—	—	S 53 W	S 79 W	S 56 W	W 22 N	W 67 N
750—745	—	—	—	—	S 45 W	—	W 45 N	—	—	—	W 22 N	S 45 W	S 73 W	—	W 67 N	—
745—740	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	W

Windverhältnisse. Die Luftströmungen in dem Ben Nevisniveau stellen uns Verhältnisse dar, die von denjenigen der bereits besprochenen Bergobservatorien ziemlich verschieden sind. Insoweit die Sektoren vertreten sind — die nordwestliche Hälfte — sieht man in dem Ben Nevisniveau in der warmen Zyklone eine einheitliche gleichmäßig temperierte Strömung von E bis NE. Sogar in dem SE-Sektor ist eine NW-Strömung ebensowohl in der Winter- als auch in der Sommerzyklone. Von einer Südströmung, die man bei den höheren Observatorien in dem N-, NE- und SE-Sektor trifft, ist hier keine Spur vorhanden. (Wahrscheinlich würde man diese warme Strömung als eine Ostströmung in dem NE- und E-Sektor treffen.)

Wenn man diese Windverhältnisse mit denjenigen der anderen Hochstationen vergleicht, so findet man kein zweites mit gleichen Luftströmungen, nur der Pic du Midi und der Mt. Ventoux weisen eine gewisse Ähnlichkeit auf. Der Pic du Midi stellt uns die Verhältnisse der Zyklonen, die von Westen her den europäischen Kontinent betreten, Ben Nevis, der um fünf Längengrade westlicher von dem Meridian des Pic du Midi gelegen ist, stellt die Verhältnisse der Zyklonen, die von NW kommen, dar. Mt. Ventoux schmiegt sich, wie gezeigt wurde, den Luftströmungen der warmen Zyklone nach, den Verhältnissen des Pic du Midi an. Es stellen also die drei Observatorien, Pic du Midi, Mt. Ventoux und Ben Nevis beinahe gleichzeitige Verhältnisse der Strömungen in den Zyklonen, die von dem Atlantischen Ozean auf den europäischen Kontinent kommen, dar.

Die »warme« Zyklone: Die Area der Nordströmung in dem Mt. Ventouxniveau ist größer als die in dem Pic du Midi. Die Area der Nordströmung in dem Ben Nevisniveau ist wiederum größer als die in dem Mt. Ventouxniveau. Sie erstreckt sich sehr wahrscheinlich auf den S-, SE- und NE-Sektor.

Das Erstreckungsgebiet der warmen Strömung, in dem Ben-Nevisniveau als E-Strömung auftretend, ist wahrscheinlich auf den E- und NE-Sektor beschränkt; in dem Mt. Ventouxniveau dehnt es sich schon auf einen Teil des S- und N-Sektors und auf den ganzen SE-, E- und NE-Sektor aus. In dem Pic du Midiniveau beherrscht die warme Südströmung bereits eine größere Hälfte. Soweit die höheren Niveaus in Betracht kommen, sei hier auf eines der folgenden Kapitel (»die Cirrusströmungen«) aufmerksam gemacht, die das prozentuelle Anwachsen der durch die Südströmung beherrschten Area bestätigt.

Nach dem hier gesagten kann man eine ungefähre Vorstellung über die Fläche gewinnen, die in dem Körper der »warmen« Zyklone die Südströmungen von den Nordströmungen trennt. Diese Fläche hebt sich im allgemeinen von SE gegen NW, ihr Schnitt mit einer horizontalen Ebene ist eine Kurve von konkaver Krümmung gegen SE. Es schiebt sich also die Nordströmung keilartig unter die Südströmung und hebt daher dieselbe.

Die »kalte Zyklone«. Vergleicht man die Strömungen der kalten Zyklonen für die drei zitierten Niveaus des Pic du Midi, Mt. Ventoux und des Ben Nevis, so sieht man, daß sie einander ähnlich sind. In dem Ben Nevisniveau hat man in dem SE-Sektor eine Luftströmung gegen das Zentrum zu (Mittel nur aus zwei Fällen), in der warmen dagegen — wie schon erwähnt — eine Luftströmung nach auswärts. Es beherrscht also in der »kalten« Zyklone im Ben Nevisniveau die warme Südströmung (wahrscheinlich) schon eine größere Fläche als bei der warmen.

Ben Nevis.

Winterhälfte

Luftdruck	Warme Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalte Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)																
765–760	2	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2	1
760–755	3	—	—	—	—	1	5	1	—	—	—	—	—	—	3	—
755–750	2	—	—	1	—	—	9	3	—	—	—	—	—	—	6	4
750–745	1	1	—	—	—	1	8	2	2	—	—	—	—	—	6	9
745–740	—	1	—	—	—	—	5	7	—	1	—	2	—	—	2	2
740–735	4	—	—	3	—	1	5	2	—	1	—	—	—	1	1	2
Luftdruck (600 *mm* +)																
765–760	42·4	—	—	—	—	—	46·2	—	—	—	—	—	—	—	47·4	48·7
760–755	40·3	—	—	—	—	37·8	40·6	39·6	—	—	—	—	—	—	41·1	—
755–750	36·0	—	—	27·6	—	—	36·5	37·7	—	—	—	—	—	—	34·4	37·0
750–745	34·2	31·9	—	—	—	33·2	31·5	34·2	32·7	—	—	—	—	—	30·6	31·2
745–740	—	27·3	—	—	—	—	26·4	28·9	—	30·7	—	27·3	—	—	26·6	27·6
740–735	22·8	—	—	24·6	—	22·3	20·5	23·6	—	20·8	—	—	—	23·6	29·7	23·6
Temperaturabweichung																
765–760	− 3·2	—	—	—	—	—	+ 4·3	—	—	—	—	—	—	—	− 1·3	− 0·4
760–755	− 3·8	—	—	—	—	− 1·6	− 0·8	− 4·1	—	—	—	—	—	—	− 3·9	—
755–750	− 3·2	—	—	+ 3·2	—	—	− 0·6	− 1·2	—	—	—	—	—	—	− 4·9	− 4·8
750–745	+ 2·5	− 0·7	—	—	—	− 3·7	− 2·9	− 1·5	− 3·3	—	—	—	—	—	− 5·1	− 2·7
745–740	—	− 4·6	—	—	—	—	− 0·9	− 2·1	—	− 0·4	—	− 4·1	—	—	− 5·7	− 1·0
740–735	− 1·9	—	—	+ 1·9	—	− 3·7	− 2·4	− 1·3	—	+ 0·2	—	—	—	− 2·4	− 4·3	− 0·1
Bewölkung																
765–760	6	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	10	0
760–755	4	—	—	—	—	10	8	2	—	—	—	—	—	—	10	—
755–750	5	—	—	10	—	—	8	4	—	—	—	—	—	—	8	7
750–745	10	6	—	—	—	10	10	10	10	—	—	—	—	—	7	9
745–740	—	10	—	—	—	—	10	10	—	10	—	8	—	—	5	5
740–735	10	—	—	10	—	10	9	9	—	10	—	—	—	1	10	10

Luftdruck	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	Windrichtung															
765—760	E	—	—	—	—	—	N	—	—	—	—	—	—	—	N	N 22 E
760—755	E 33 S	—	—	—	—	N	N 17 E	E	—	—	—	—	—	—	N 45 E	—
755—750	N 45 E	—	—	W 67 N	—	—	N 14 E	N 45 E	—	—	—	—	—	—	N 15 E	N
750—745	N 22 S	N 67 E	—	—	—	N	N 29 E	N 22 E	E 11 S	—	—	—	—	—	N 7 E	N 47 E
745—740	—	E 22 S	—	—	—	—	W 67 N	N 47 E	—	E 22 S	—	E 45 S	—	—	N 11 E	W 79 N
740—735	N 44 E	—	—	S 80 W	—	W 45 N	W 76 N	W 56 N	—	E	—	—	—	—	N 22 E	E 22 S
	Warme Zyklone								**Kalte Zyklone**							
	Sommerhälfte															
	Gewicht (Zahl der Beobachtungen)															
765—760	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	2	2
760—755	1	—	—	—	—	—	5	4	—	—	—	—	—	—	7	3
755—750	1	1	—	—	—	1	7	2	1	—	—	—	—	—	1	5
750—745	1	—	—	—	—	2	2	4	—	—	—	—	—	1	2	—
745—740	—	1	—	1	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	3	—
	Luftdruck (600 *mm* +)															
765—760	42·6	—	—	—	—	—	—	49·2	—	—	—	—	—	—	46·7	42·8
760—755	44·2	—	—	—	—	—	42·1	43·4	—	—	—	—	—	—	42·3	42·4
755—750	38·3	39·3	—	—	—	35·8	38·3	38·3	40·5	—	—	—	—	—	37·0	40·6
750—745	35·0	—	—	—	—	33·2	35·0	34·7	—	—	—	—	—	33·2	33·7	—
745—740	—	25·1	—	31·4	—	—	—	31·7	—	—	—	—	—	—	29·9	—

Ben Nevis.

Warme Zyklone — Kalte Zyklone

Sommerhälfte

Luftdruck	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Temperaturabweichung																
765—760	− 6·8	—	—	—	—	—	—	+ 3·4	—	—	—	—	—	—	− 1·8	− 4·8
760—755	+ 1·6	—	—	—	—	—	− 1·9	− 3·0	—	—	—	—	—	—	− 4·1	+ 0·8
755—750	− 0·7	− 1·5	—	—	—	− 4·7	− 3·1	− 0·6	+ 0·6	—	—	—	—	—	− 4·6	− 0·0
750—745	+ 0·7	—	—	—	—	+ 0·2	− 2·2	+ 1·9	—	—	—	—	—	− 5·5	− 6·1	—
745—740	—	− 1·3	—	+ 1·8	—	—	—	− 0·6	—	—	—	—	—	—	− 2·4	—
Bewölkung																
765—760	10	—	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—	—	7	10
760—755	10	—	—	—	—	—	10	6	—	—	—	—	—	—	10	10
755—750	10	10	—	—	—	10	10	8	0	—	—	—	—	—	2	7
750—745	10	—	—	—	—	10	10	8	—	—	—	—	—	10	8	—
745—740	—	10	—	10	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	10	—
Windrichtung																
765—760	E 22 S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N 33 E	N
760—755	E	—	—	—	—	—	N	N 41 E	—	—	—	—	—	—	N 15 E	N 33 E
755—750	E 22 S	E 22 S	—	—	—	N 45 E	N 3 E	N 11 E	E 67 S	—	—	—	—	—	N	N 34 E
750—745	E 45 S	—	—	—	—	N 45 E	N	N 8 E	—	—	—	—	—	N	W 79 N	—
745—740	—	E 45 S	—	N 22 E	—	—	—	E 4 S	—	—	—	—	—	—	N 8 E	—

Brocken.

(Siehe die Tabellen auf p. 44 46 [110—112].)

Luftdruckverteilung. Die Gewichte der Luftdruckwerte sind klein. Die wahrscheinliche Verteilung der Luftdruckwerte (die Lage des Minimums) ist angedeutet durch die Tabelle derWindverhältnisse.

Temperatur. Das warme Gebiet fällt in der warmen Zyklone auf den E-Sektor, in der kalten auf den SE- und NE-Sektor. Das kalte Gebiet der Rückseite befindet sich in dem SW- und W-Sektor. Der Unterschied der Temperatur der Front- und der Rückseite ist zirka 4° C, um weniges kleiner in der warmen als in der kalten Zyklone.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Winterhälfte								
Warme Zyklone	+ 0·5	+ 1·6	+ 3·8*	+ 1·9	+ 1·5	+ 1·2	+ 0·1*	+ 0·5
Kalte Zyklone	− 3·3	− 1·3	− 1·2	− 0·2*	− 1·2	− 1·9	− 4·3*	− 3·4
Sommerhälfte								
Warme Zyklone	(− 5·4)	+ 0·7	+ 2·5*	− 1·7 (− 0·8)	− 0·3	− 2·3*	+ 0·6	− 0·8 (+ 4·1)
Kalte Zyklone	− 0·3	+ 0·7*	− 1·4	− 1·8	− 2·5	− 0·6	− 4·6*	− 4·4

Relative Feuchtigkeit und Bewölkung. Die Luft ist gesättigt, an der linken Frontseite ist die relative Feuchtigkeit wenig kleiner als 100 Prozent, an der Frontseite ist auch die Bewölkung etwas kleiner als in den anderen Sektoren. Es besteht also hier eine Koinzidenz des warmen Gebietes mit dem der niedrigen relativen Feuchtigkeit und Bewölkung.

Windverhältnisse. Die Luftströmungen in der warmen Zyklone auf dem Brocken stellen einen Wirbel dar, an dessen Frontseite, das ist gegen N, NE, E und SE), noch eine ausströmende Komponente herrscht. Das Zentrum des Wirbels in diesem Niveau koinzidiert nicht mit jenem des Meeresniveaus, sondern ist gegen dasselbe gegen Norden verschoben.

Die Luftströmungen in den kalten Zyklonen stellen einen Wirbel dar, der demjenigen im Meeresniveau ganz ähnlich ist; in allen Sektoren ist bereits die dem Zentrum zustrebende Komponente vorhanden. Versteht man unter dem »Körper« des zyklonalen Wirbels jene wirbelnde Luftmasse, in welcher in einem beliebigen Niveau noch eine Komponente der Luftbewegung in der Richtung zum Zentrum vorhanden ist, so kann man aus den Windverhältnissen auf dem Brocken schließen, daß der »Körper« der »kalten« Zyklone höher ist als der der »warmen«.

Brocken.

Winterhälfte

Luftdruck	Warme Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalte Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)																
765—760	2	2	—	—	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	1
760—755	4	4	4	2	4	5	—	1	2	1	2	—	—	2	—	1
755—750	4	1	9	3	4	8	1	1	—	1	4	1	5	4	2	2
750—745	2	3	2	7	4	5	1	4	3	4	5	1	3	4	—	—
745—740	—	1	1	4	4	—	—	1	1	2	1	2	2	—	1	2
740—735	—	1	1	1	1	—	1	—	—	—	1	—	3	1	—	—
Luftdruck (600 *mm* +)																
765—760	59·9	59·1	—	—	59·5	—	—	59·1	57·4	—	—	—	—	—	—	61·6
760—755	56·9	57·9	58·3	57·0	56·9	55·8	—	60·4	53·1	54·9	55·8	—	—	54·3	—	55·8
755—750	52·2	51·1	53·6	50·6	51·7	51·0	52·6	54·9	—	53·1	52·6	54·8	50·0	50·9	50·3	48·9
750—745	49·0	47·3	48·4	48·1	45·4	48·0	40·6	47·0	46·2	47·7	47·4	47·4	46·0	46·0	—	—
745—740	—	47·0	46·0	41·4	43·8	—	—	45·0	40·9	45·3	44·2	44·2	41·9	—	41·3	45·0
740—735	—	41·1	36·9	37·9	37·2	—	40·2	—	—	—	38·9	—	37·9	41·4	—	—
Temperaturabweichung																
765—760	− 3·0	+ 0·4	—	—	+ 1·0	—	—	− 3·3	− 0·4	—	—	—	—	—	—	− 1·9
760—755	− 0·2	+ 3 2	+ 5·3	+ 2·9	+ 1·5	+ 2·0	—	+ 4·8	− 1·4	− 5·2	− 1·1	—	—	+ 0·3	—	− 3·4
755—750	+ 4·6	+ 2·2	+ 6·5	+ 2·3	− 0·7	+ 0·6	+ 3·5	+ 2·2	—	+ 1·8	− 1·5	+ 0·6	− 1·8	− 3·6	− 4·7	− 4·9
750—745	+ 1·6	+ 0·1	+ 2·2	+ 0·7	+ 2·3	+ 1·1	+ 0·8	+ 0·9	− 4·8	0·0	− 1·1	− 0·8	− 1·3	− 0·4	—	—
745—740	—	+ 2·3	+ 1·1	+ 0·3	+ 1·6	—	—	− 1·9	− 6·5	− 1·7	− 1·7	− 0·4	− 0·5	—	− 3·8	− 3·3
740—735	—	+ 1·6	+ 4·0	+ 3·5	+ 3·1	—	− 3·9	—	—	—	− 0·5	—	− 1·1	− 3·9	—	—
Relative Feuchtigkeit																
765—760	99	85	—	—	100	—	—	100	100	—	—	—	—	—	—	100
760—755	100	93	87	100	100	96	—	94	100	100	100	—	—	100	—	100
755—750	77	100	89	100	100	100	100	100	—	100	100	87	100	100	100	100
750—745	100	100	100	100	100	100	100	97	95	86	100	100	100	100	—	—
745—740	—	100	100	99	100	—	—	98	100	100	100	100	100	—	100	100
740—735	—	83	100	100	100	—	100	—	—	—	100	—	100	100	—	—

Luftdruck	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
									Warme Zyklone							
									Sommerhälfte							
									Bewölkung							
765—760	10	9	—	—	10	—	—	7	10	—	—	—	—	—	—	10
760—755	10	4	9	10	9	9	—	9	10	10	5	—	—	10	—	10
755—750	8	10	8	10	10	10	10	10	—	10	10	10	10	10	10	10
750—745	10	10	10	9	10	10	10	9	8	10	10	10	10	10	—	—
745—740	—	9	10	10	10	—	—	10	10	10	10	10	10	—	10	10
740—735	—	10	10	10	10	—	10	—	—	—	10	—	10	10	—	—
									Windrichtung							
765—760	E 56 S	E 57 S	—	—	S 67 W	—	—	W 45 N	N 45 E	—	—	—	—	—	—	N 22 E
760—755	E 11 S	E 68 S	S 17 W	S 67 W	S 56 W	S 86 W	—	N 45 E	E	E	S	—	—	W 33 N	—	N
755—750	E 11 S	S 45 W	S 31 W	S 45 W	S 60 W	W 30 N	W 45 N	—	—	S 45 W	S 23 W	S 22 W	S 67 W	W 6 N	N	W 79 N
750—745	E 11 S	E 63 S	S 45 W	S 39 W	S 56 W	S 67 W	N 45 W	N 45 E	E 79 S	S 20 W	S 23 W	S	S 45 W	S 79 W	—	—
745—740	—	S 45 W	S 22 W	S 45 W	S 45 W	—	—	W 67 N	N 45 E	E 45 S	S 22 W	S 56 W	S 67 W	—	W 67 N	N 79 E
740—735	—	S 45 W	S 45 W	S 45 W	S 45 W	—	W 22 N	—	—	—	S 45 W	—	S 45 W	N	—	—
									Gewicht (Zahl der Beobachtungen)							
765—760	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	3	2
760—755	2	3	8	3	2	3	3	1	—	3	3	3	—	2	2	4
755—750	—	—	1	3	7	1	1	3	—	2	6	8	3	2	2	1
750—745	—	—	1	—	—	2	—	—	1	—	3	2	5	1	—	—
745—740	—	—	—	1	—	1	—	—	1	—	1	—	2	1	—	—
									Luftdruck (600 *mm* +)							
765—760	—	—	—	—	—	—	—	—	64·2	—	—	—	—	61·6	61·7	59·3
760—755	58·9	60·7	60·3	56 6	59·5	57·8	57·4	62·3	—	60·1	57·9	55·3	—	58·0	54·9	59·2
755—750	—	—	59·0	53·4	55·3	57·3	56·1	56·0	—	57·9	54·8	53·0	53·7	54·5	54·7	—
750—745	—	—	53·1	—	—	49·6	—	—	50·3	—	50·4	48·9	48·8	52·7	—	—
745—740	—	—	—	42·7	—	41·4	—	—	46·7	—	45·4	—	44·7	47·4	—	—

Brocken.

Sommerhälfte

Luftdruck	Warme Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalte Zyklone N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Temperaturabweichung																
765—760	—	—	—	—	—	—	—	—	− 5·0	—	—	—	—	− 1·0	− 3·7	− 6·7
760—755	− 5·4	+ 0·7	+ 2·6	− 0·4	+ 1·2	− 2·9	+ 0·7	+ 9·0	—	− 0·8	− 2·6	− 1·2	—	− 2·2	− 6·2	− 2·0
755—750	—	—	+ 3·6	− 1 2	− 1·8	+ 1·4	+ 0·6	− 0·8	—	+ 2·2	− 0·5	− 2·0	− 4·1	− 1·6	− 4·0	—
750—745	—	—	+ 1·3	—	—	− 5·5	—	—	+ 0·2	—	− 0·9	− 2·2	− 2·7	− 5·5	—	—
745—740	—	—	—	− 3·6	—	—	—	—	+ 3·9	—	− 1·5	—	− 0·6	+ 7·3	—	—
Relative Feuchtigkeit																
765—760	—	—	—	—	—	—	—	—	92	—	—	—	—	100	100	100
760—755	100	89	89	95	99	100	100	(56)	—	92	88	100	—	99	100	98
755—750	—	—	88	100	100	99	100	100	—	85	93	100	100	100	100	—
750—745	—	—	95	—	—	100	—	—	100	—	100	100	100	100	—	—
745—740	—	—	—	100	—	100	—	—	84	—	100	—	100	100	—	—
Bewölkung																
765—760	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	10	10	10
760—755	10	7	8	9	10	10	10	(3)	—	9	7	10	—	6	9	10
755—750	—	—	10	10	10	10	10	10	—	8	9	10	10	10	10	—
750—745	—	—	10	—	—	10	—	—	10	—	10	10	10	10	—	—
745—740	—	—	—	10	—	10	—	—	(4)	—	10	—	10	10	—	—
	—															
Windrichtung																
765—760	—	—	—	—	—	—	—	—	N 45 E	—	—	—	—	W 67 N	W 78 N	W 67 N
760—755	N 56 E	E 88 S	S 23 W	S 39 W	S 55 W	W 6 N	W 15 N	N 45 E	—	E 22 S	E 67 S	S 45 W	—	W 32 N	W 33 N	W 82 N
755—750	—	—	S 45 W	S 45 W	S 50 W	S 67 W	S 67 W	N 45 E	—	E	S 48 W	S 45 W	S 75 W	S 79 W	W	—
750—745	—	—	S 45 W	—	—	W	—	—	N	—	S 30 W	S 56 W	S 36 W	S 67 W	—	—
745—740	—	—	—	S 45 W	—	W 45 N	—	—	E 45 S	—	S 22 W	—	S 45 W	S 45 W	—	—

B. Die Cirrusbeobachtungen.

Um diese Auseinandersetzungen betreffs der Luftströmungen in den Zyklonen zu ergänzen, möge ein Kapitel über die Cirruszüge in den kalten und warmen Zyklonen folgen. Das benützte Material ist hauptsächlich den sorgfältigen Beobachtungen der Cirruszüge in Deutschland entnommen. Die hier in Betracht kommende Beobachtungsreihe umfaßt die Jahre 1887 bis 1905. Außerdem wurden auch die Data des internationalen Wolkenjahres für die Stationen von Zentraleuropa benützt.

Das Gebiet der Zyklonen ist gleichfalls in acht Sektoren geteilt, die Druckstufen gehen von 10 zu 10 *mm* (des Druckes in dem Meeresniveau), und zwar: über 760 *mm*, 760 bis 750, 750 bis 740 und weniger als 740 *mm*. Für die Druckstufen weniger als 740 *mm* sind keine Unterschiede je nach der Sektorenlage gemacht worden; es wurde ein Mittelwert für das Zentralgebiet berechnet.

Cirrusniveau.

Winterhälfte.

Luftdruck	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Zentrum
				Warme Zyklone					
—760	E 66 S	S 17 W	S 57 W	S 22 W	S 56 W	W 10 N	W 77 N	—	—
760—750	E 88 S	S 39 W	S 35 W	S 41 W	S 71 W	W 9 N	S 42 W	S 53 W	—
750—740	S 7 W	E 55 S	S 35 W	S 55 W	S 60 W	S 68 W	W 52 N	—	—
740—	—	—	—	—	—	—	—	—	S 50 W
				Kalte Zyklone					
—760	E 80 S	—	S 1 W	—	—	W 22 N	—	—	—
760—750	E 14 S	S 5 W	S 34 W	S 53 W	S 73 W	W 10 N	W 6 N	N 9 E	—
750—740	E 83 S	S 21 W	S 37 W	S 44 W	S 81 W	W 66 N	S 16 W	E 90 S	—
740—	—	—	—	—	—	—	—	—	S 64 W

Sommerhälfte.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
			Warme Zyklone					
—760	E 50 S	E 80 S	S 22 W	—	—	—	—	W 51 N
760—750	S 28 W	E 89 S	S 42 W	S 54 W	S 63 W	S 61 W	S 78 W	E 74 S
750—740	S 11 W	E 79 S	S 45 W	S 41 W	S 34 W	S 45 W	W	S 45 W
			Kalte Zyklone					
—760	E 20 S	—	W 45 N	W	—	W 33 N	N 23 E	E 23 E
760—750	E 74 S	E 86 S	S 24 W	S 52 W	S 82 W	S 85 W	W 66 N	E
750—740	S 11 S	S	E 88 S	S 59 W	S 47 W	S 45 W	S 45 W	S

Die Diagramme in der Tafel I, welche diese Data übersichtlich darstellen, zeigen auf den ersten Blick, daß auch in dem Cirrusniveau ein Unterschied zwischen den »warmen« und den »kalten« Zyklonen zu machen ist.

Die warme Zyklone. Man betrachte die Luftströmungen in dem Sonnblickniveau und vergleiche mit denselben die Luftbewegung in dem Cirrusniveau! In den warmen Zyklonen zieht sowohl im Winter als auch im Sommer in der Höhe der Cirri eine einheitliche Luftströmung von SW nach NE, konkav zu NW. Von einer Nordströmung, die in dem Sonnblickniveau sich noch in dem westlichen Teile der Zyklone bemerkbar macht, ist hier in dem Cirrusniveau keine Spur mehr vorhanden. Das Zentrum, um welches sich die Cirri drehen, fällt außerhalb der Isobare 760 *mm* des Meeresniveaus, und zwar in nordwestlicher Richtung von dem tiefsten Drucke in dem Meeresniveau.

Die kalte Zyklone. Die Luftströmungen in dem Cirrusniveau stellen in den kalten Zyklonen einen zyklonalen Wirbel um ein Zentrum herum dar, das in nordwestlicher Richtung gegen den tiefsten Luftdruck im Meeresniveau verschoben ist. Auf der Rückseite fließt die Luft dem Wirbel zu, auf der Frontseite von ihm weg.

Die Luftströmungen in dem Cirrusniveau weisen einen wesentlichen Unterschied in den kalten Zyklonen von denen der warmen Zyklonen auf. Es unterliegt keinem Zweifel, daß der Körper des zyklonalen Wirbels [1] der kalten Zyklone einen größeren Einfluß auf den Zug der Cirri ausübt, als der der warmen Zyklone. Der kalte zyklonale Wirbel greift in deutlicher Weise in die Züge der Cirri. Die Strömungsverhältnisse, die man da sieht, findet man gewiß auch in der warmen Zyklone, aber in einem tieferen Niveau. Es ist also der Körper des kalten zyklonalen Wirbels bedeutend mächtiger, beeinflußt höhere Schichten als der Körper des warmen zyklonalen Wirbels. Es muß also dieser (»warme«) allgemein eine wenig entwickelte, jüngere, und jener (»kalte«) eine mehr entwickelte, spätere Phase in der Entwicklungsgeschichte der Zyklonen darstellen.

Diskussion der aus den Bergobservatorien und Cirrusbeobachtungen gewonnenen Resultate.

Wenn man die Diagramme der Luftströmungen (siehe die Tafeln) von dem höchsten betrachteten Niveau (Cirrus zu Sonnblick und weiter zu Brocken) überblickt, so sieht man, daß dieselbe nicht gleichzeitige Strömungsverhältnisse darstellen, die man sich — von Niveau zu Niveau absteigend — bloß durch eine sukzessive Änderung des Azimuts (der Windrichtung) erklären könnte. Ein wenig störend wirkt Pic du Midi, Mt. Ventoux und Ben Nevis. Die Gruppe der Bergobservatorien stellt — wie bereits die Diskussion derselben zeigte — eine zeitlich verschiedene Phase in bezug auf die anderen Hochstationen dar. Die Erklärung dafür gibt auch die geographische Lage der Stationen. Es sind das Observatorien der Meridiane von Westeuropa; sie stellen uns also die meteorologischen Verhältnisse der den europäischen Kontinent gerade betretenden Zyklonen dar, während die anderen ein Bild der Verhältnisse über Zentraleuropa geben. Man muß also annehmen, daß die von der europäischen Westküste gegen Mitteleuropa hereinrückende Zyklone auf diesem Wege Entwicklungsänderungen durchmacht. Diese Tatsache wurde auch — dies sei hier ausdrücklich bemerkt — bei den Antizyklonen bewiesen. Doch lasse man vorläufig diese drei Stationen außer acht und verfolge man die Strömungsverhältnisse der beiden Zyklonen, der warmen und der kalten, vom Cirrus- zum Sonnblick- und weiter bis zum Brockenniveau herab.

Die warme Zyklone.

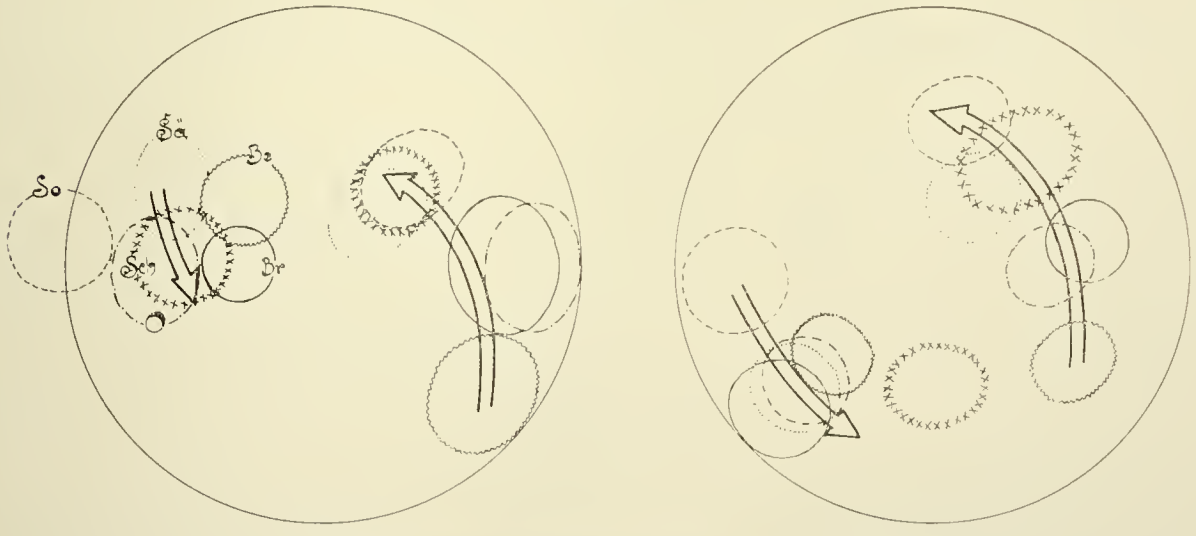
Die Strömungs- und Temperaturverhältnisse: Wenn man in der warmen Zyklone von dem Meeresniveau zum Brocken hinaufsteigt, so bemerkt man in dieser Luftschichte von einer Mächtigkeit von zirka 1100 *m* merkbare Änderungen in dem Azimute der Windrichtung. In dem Meeresniveau haben

[1] Ich mache hier einen Unterschied zwischen den Begriffen des zyklonalen Wirbels oder auch des Körpers des zyklonalen Wirbels und dem Begriffe einer Zyklone. Unter dieser verstehe ich die ganze Luftmasse über der Fläche, die durch die Isobare 760 *mm* in dem Meeresniveau abgegrenzt wird, unter jenem nur denjenigen Teil dieser Luftmasse, in welcher in einem beliebigen Niveau in dem zyklonalen Wirbel noch eine, einem Zentrum zustrebende Strömungskomponente existiert.

die Luftströmungen in der Zyklone in allen Sektoren eine Komponente nach innen, gegen das Zentrum des tiefsten Druckes zu. In der Höhe des Brockenniveaus herrschen schon auf der Frontseite der Zyklone ausströmende Luftbewegungen. Es haben also die Ostwinde der Frontseite der »warmen« Zyklone eine geringe Mächtigkeit. Das Zentrum des Wirbels in dem Brockenniveau stimmt nicht mehr mit dem des Meeresniveaus überein, sondern ist gegen Norden verschoben. Führen wir den Begriff »die Achse des Wirbels« ein, so kann man sagen, daß die »Achse« des »warmen« Wirbels nach rückwärts geneigt ist. Belchen ist dem Brocken ähnlich, bis auf den Nordsektor (wo eine Komponente nach innen überwiegt). In dem Schneekoppenniveau haben sich in dem Nordsektor wieder ausströmende Luftbewegungen eingestellt. Steigt man in höhere Niveaus, so bleiben die Verhältnisse einander sehr ähnlich. Durch die Neigung der »Achse« nach rückwärts gewinnt, je höher man steigt, die warme von Süden her kommende und fächerartig aus den Sektoren der Frontseite ausfließende Strömung an Fläche gegen die kalte Nordströmung der Rückseite. In dem Cirrusniveau beherrscht sie bereits die ganze Fläche innerhalb der Zyklone. Stellen wir uns diese Verhältnisse räumlich dar, so kommt man zu dem Schlusse, daß die »warme« Zyklone hauptsächlich durch eine warme, von Süden kommende Strömung — und zwar durch einen Zweig derselben, der sich links dreht — entsteht, unter welchen sich ein linksdrehender Zweig einer von Norden kommenden kalten Strömung keilartig darunterschiebt.

Im ganzen betrachteten Bereiche erscheint die »warme« Zyklone als ein mäßig warmer Körper, die Abweichungen der Temperatur auf der Frontseite sind wenig größer als die der Rückseite, wo auch negative Abweichung auftritt. Zeichnet man die Gebiete der extremen Abweichungen aller Höhenlagen in ein Zyklonenfeld ein, so entsteht die Fig. 1. Die größten negativen Abweichungen, die uns die Bewegung der kalten Nordströmung an der Rückseite der Zyklone darstellen, fallen auf den W- und NW-Sektor, und zwar so, daß die der tieferen Stationen südöstlich von jenen der höheren liegen. Diese Verschiebung der

Fig. 1.



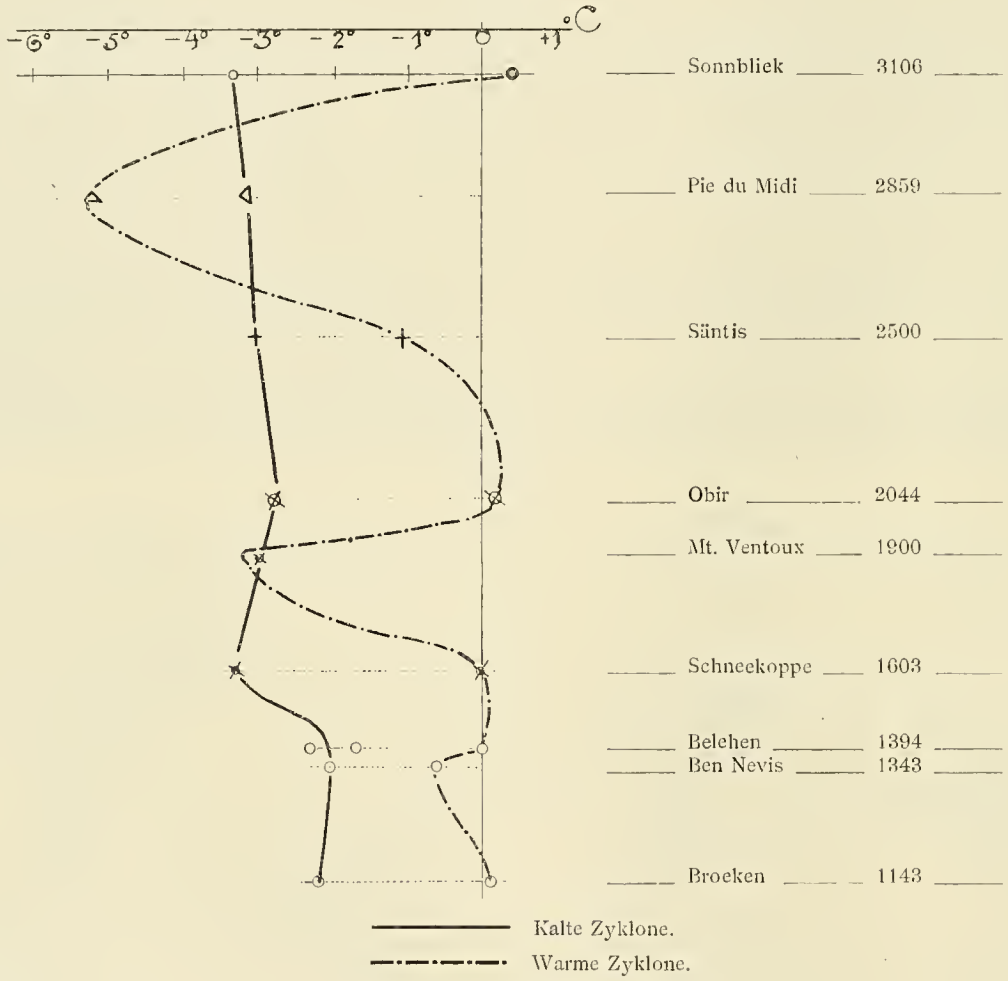
Winterhälfte. Sommerhälfte.

Die Strömungsverhältnisse in der warmen Zyklone.

kalten Gebiete der tieferen Stationen gegen die der höheren kommt viel deutlicher zur Geltung bei der warmen Sommerzyklone, wo sich auch die Spaltung der kalten Nordströmung bemerkbar macht. Wenn man die Längen der Verbindungslinien der kalten und der warmen Gebiete in der Luftschichte Sonnblick-Brocken als Maß für die ab- oder aufsteigende Tendenz der beiden Strömungen betrachtet, so kann man schließen, daß in der warmen Zyklone die kalte Nordströmung steiler herabsteigt, als die warme Südströmung aufsteigt.

Die Temperaturänderungen in der warmen Zyklone. Die warme Zyklone macht auf ihrem Zuge gegen Zentraleuropa auch bedeutende Änderungen der Temperatur durch. Man trage die mittleren Abweichungen für einen jeden Sektor jeder Bergstation in das Koordinatensystem: Höhe—Abweichung (der Temperatur) ein. (Siehe Fig. 2: »Die Temperatur des W-Sektors«.) Man würde erwarten, daß diese Kurve die Form einer Parabel besäße; das ist jedoch nicht der Fall; sie ist wellenförmig, schwankt in jedem Sektor in der Richtung der Höhe von großen (—) zu kleinen (+) Abweichungen. Wenn man die Beziehung zwischen der geographischen Länge der Höhenstation und der Abweichung der Temperatur dortselbst ins Auge faßt, so sieht man, daß die Temperatur umso höher ist, je östlicher die Station gelegen ist, oder mit anderen Worten: Die warme Zyklone erwärmt sich auf ihrem Zuge gegen Mittel-

Fig. 2.



Die Temperatur des W-Sektors.

europa in allen Sektoren. Es ist das also eine warme Strömung, die Südströmung, die hauptsächlich bei der Bildung der warmen Zyklone tätig ist.

Wenden wir uns jetzt auch zu den bisher beiseite gelassenen drei Bergobservatorien: Pic du Midi, Mt. Ventoux und Ben Nevis zu. Ihre wenig verschiedenen Windverhältnisse wurden in den betreffenden Kapiteln bereits auseinandergesetzt, besonders in dem Kapitel: Ben Nevis. Hier wurde gezeigt, daß die Trennungsfläche zwischen der kalten Nord- und der warmen Südströmung eine Neigung hat; die kalte Strömung schiebt sich unter die warme wie ein Keil. Es hat also die kalte Strömung allgemein die Form eines Bergrückens, die warme die eines Bergtales, also gerade umgekehrt. Das wird schließlich aus der Tendenz der verschieden dichten Strömungen, die einer Gleichgewichtslage zustreben, klar.

Ich bin der Meinung, daß diese drei Observatorien, gleichzeitig betrachtet, uns teilweise einen Aufschluß darüber geben, wie eine warme Zyklone entsteht. Man beachte die Luftströmung in dem Ben Nevisniveau! Es muß gewiß verwundern, daß hier der SW-Sektor der warmen Zyklone eine Strömung von N (Winter) und von NE (Sommer) aufweist, also nicht eine gegen das Zentrum zu gerichtete. Ebenso hat der SE-Sektor in den zentrumnahen Druckstufen eine W-Strömung, in den äußeren Druckstufen eine Nordströmung. Es ist also im Ben Nevisniveau das Gebilde, das später in Mitteleuropa als eine warme Zyklone erscheint, durch eine einheitliche, mäßig kalt temperierte Strömung gegeben, die vom Osten kommt, um sich nach Süden zu wenden. Wie ist diese Strömung entstanden? Machen wir uns folgende Vorstellung: Von südlichen Breiten dringt in die höheren, mäßig temperierten, eine starke, warme Strömung vor. Diese bricht sich infolge ihrer Fortpflanzungsenergie Bahn, indem sie die Luft vor sich verdrängt. Die verdrängte Luft weicht links und rechts von der Bahn der warmen Südströmung in Form von Wirbeln, die sich auf der linken Seite links, auf der rechten rechts drehen. Daß dem so ist, ist bekannt aus den Experimenten mit Flüssigkeiten.

Diese Strömung, wie man sie in dem Ben Nevisniveau beobachtet, ist nichts anderes als eine solche verdrängte, sich linksdrehende Strömung derjenigen Breiten, in welche gerade eine warme Südströmung eindringt. Die Temperatur der Strömung in dem Ben Nevisniveau ist mäßig kalt, zirka $-2°$ C (Abweichung). Wir müssen also aus dieser Temperatur schließen, daß sie von keinen entfernten Breiten herkommt, ferner daß ihr keine Menge der warmen Südströmung beigemischt ist, sondern daß sie also ihre Luft von der unmittelbaren Umgebung oder von nur wenig höheren Breiten empfängt. Nach dieser Erklärung würde, zur Entstehung einer warmen Zyklone, eine warme Südströmung allein genügen, die in mäßiger temperierte, höhere Breiten hineindringt und dort durch Ausbildung einer Gegenströmung Anlaß zur Entstehung des warmen zyklonalen Wirbels gibt.

Nun ist aus der Theorie der relativen Bewegungen über der Erdoberfläche bekannt, daß eine von niedrigeren in höhere Breiten sich fortpflanzende Strömung eine Rechtsdrehung ihrer Richtung und eine Zunahme an der W—E-Geschwindigkeit erfährt. Es müßte also jede warme Zyklone — wenn ihre Entstehung in solcher Weise, wie es geschildert wurde, geschieht — eine bedeutende Fortpflanzungsgeschwindigkeit (W—E) besitzen. Inwiefern dies zutrifft, können uns die täglichen Wetterkarten Aufschluß geben.

Wenn man die Fälle der warmen Zyklonen an der Hand der täglichen Wetterkarten verfolgt, so sieht man tatsächlich, daß die warme Zyklone einen Wirbel von ausgeprägter Fortpflanzungsgeschwindigkeit darstellt. Nach dem Eintritt einer solchen warmen Zyklone in Mitteleuropa erscheint in ihrem Rücken eine Antizyklone, an der manchmal zu merken ist, daß sie bloß ein Rückseitephänomen dieser Zyklone darstellt. Sie, die Antizyklone, ist zuweilen von geringem Umfange, doch deutlich ausgeprägt; in einem Tage löst sie sich auf. In anderen Fällen erscheint sie als ein Keil hohen Druckes, in manchen Fällen als eine bedeutende, rasche, kalte Antizyklone, die, ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit retardierend, über Mitteleuropa stehen bleibt und in eine warme sich umwandelt.

Was die Temperatur betrifft, ist eine solche warme Zyklone nicht immer durch bedeutende positive Temperaturabweichungen gekennzeichnet; sie kann auch als »mäßig warm« erscheinen, doch in jedem Falle ist die durchschnittliche Temperatur ihres Körpers höher als die der auf sie folgenden Antizyklone. Es handelt sich hier also um ein »thermisches Paar«, gerade so wie es, in fast allen Fällen, in Nordamerika der Fall ist. Der Unterschied der Temperatur zwischen dem Körper der Zyklone und der Antizyklone erreicht in äußerst seltenen Fällen den Betrag, den man gewöhnlich in Nordamerika trifft. Es ist also die warme Zyklone ein Produkt der warmen Südströmung, darum ist auch ihre, manchmal große Fortpflanzungsgeschwindigkeit erklärbar. Ich zitiere hier Beispiele solcher thermischen Paare, aus jedem Monate je einen Fall:

Jahr, Monat und Tag			Gebiet	Die Lage des Zentrums des Gebietes	Temperatur auf dem Sonnblick	Die Bezeichnung des Gebietes nach der Temperatur
1888	Jänner	22.	Zyklone	Skudesnäs	— 9·8 WNW	Warm
		23.	»	Lemberg	— 12·8 N	»
		23.	Antizyklone	Valencia	—	—
		24.	»	Paris	— 13·8 NW	Mäßig warm
		25.	»	Genf	— 10·2 N	Warm
1893	Februar	21.	Zyklone	Norwich	— 9·2 SW	»
		22.	»	Münster i. W.	— 12·0 NW	«
		23.	»	Kiew	— 17·6 ENE	Mäßig warm
		24.	Antizyklone	(üb. 755 *m*) Smolensk	—	—
1901	März	19.	Zyklone	Toulon	— 8·8 ESE	Warm
		20.	»	Nizza	—. 7·6 SW	»
		21.	»	Wien	— 8·6 SW	»
		22.	»	Odessa	— 16·2 NW	Mäßig kalt
		23.	Antizyklone	Stornoway	— 23·2 NE	»
		24.	»	Rochespoint	— 23·3 ESE	Kalt
1899	April	29.	Zyklone	Shields	—	—
		30.	»	Kopenhagen	— 6·4 WSW	Mäßig warm
	Mai	1.	Antizyklone	Paris	— 12·8 N	Mäßig kalt
		20.	Zyklone	Shields	—	—
		21.	»	Stockholm	— 5·2 NNE	Warm
		22.	»	Petersburg	—	—
1897	Juni	9.	»	Seilly	0·8 W	Mäßig warm
		10.	»	Krakau	— 5·8 NE	Mäßig kalt
		11.	Antizyklone	Kassel	— 5·0 NE	»
1902	Juli	26.	Zyklone	Rochespoint	—	—
		27.	»	Skudesnäs	6·0 SW	Warm
		28.	Antizyklone	Biarritz	— 1·4 N	Mäßig kalt
1898	August	8.	Zyklone	Brest und Ostsee	—	—
		9.	»	Turin u. Kopenhagen	0·0	Warm
		10.	Antizyklone	Isle d'Aix	— 6·2	Kalt
1894	September	26.	Zyklone	Helder	— 0·1 SW	Mäßig warm
		27.	»	Bornholm	— 3·0 WSW	Mäßig kalt
		28.	Antizyklone (Keil)	Memel	— 3·2 SW	Kalt
	Oktober	23.	Zyklone	Irland	—	—
		24.	»	»	—	—
		25.	»	Stornoway	— 3·4 S	Mäßig warm
		26.	»	Hernösand	—	—
		27.	Antizyklone	Clermont	— 5·6 W	Mäßig kalt

Jahr, Monat und Tag			Gebiet	Die Lage des Zentrums des Gebietes	Temperatur auf dem Sonnblick	Die Bezeichnung des Gebietes nach der Temperatur
1901	November	13.	Zyklone	Borkum	— 3·8 SW	Warm
		14.	»	Keitum	— 7·1 SW	Mäßig warm
		15.	»	Stockholm	— 7·0 W	»
		16.	Antizyklone	über England	—	—
		17.	»	Rochespoint	— 8·6 WSW	Mäßig kalt
		18.	»	Brest	— 11·6 WNW	Kalt (wird wärmer)
1898	Dezember	29.	Zyklone	Westlich von Irland	—	—
		30.	»	Keitum	— 12·6 WNW	Mäßig warm
		31.	Antizyklone	—	— 12·2 W	»
1899	Jänner	1.	»	(Über den Alpen)	— 13·2 SW	Kalt

Die kalte Zyklone.

Die Strömungs- und Temperaturverhältnisse: Die Stationen Pic du Midi, Mt. Ventoux und Ben Nevis zeigen, wenn man von dem Brocken- zum Sonnblickniveau emporsteigt, keine auffallenden und raschen Änderungen in den Azimuten der Winde, wie es der Fall bei der warmen Zyklone war. Man dürfte aus diesem Unterschiede zwischen dem Wirbel der warmen und der kalten Zyklone darauf schließen, daß die kalte Zyklone schon eine Schlußphase in der Entwicklungsgeschichte der Zyklone darstellt, da sie auf dem Wege von West- nach Mitteleuropa keine Änderungen mehr in den Strömungsverhältnissen erleidet wie die warme Zyklone.

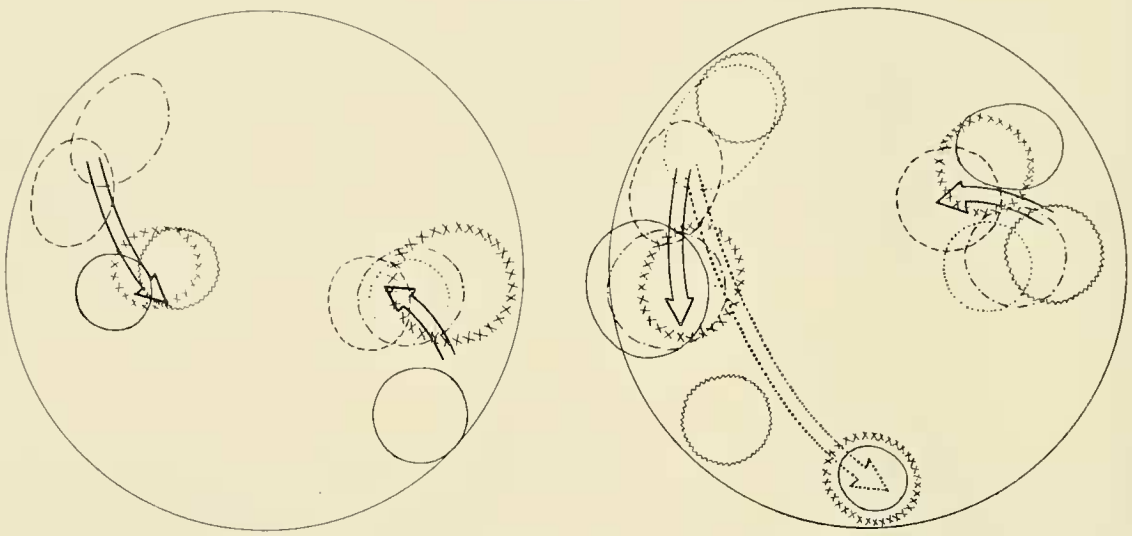
Erhebt man sich von dem Meeresniveau zu dem des Brocken, so ist das System der Luftströmungen hier identisch mit dem des Meeresniveaus. In der warmen Zyklone war es schon nicht mehr der Fall, dort fand eine starke Rechtsdrehung der Winde auf der E-Seite statt. Man kann also sagen, daß die Ostwinde in der kalten Zyklone mächtiger sind als in der warmen. In dem Belchenniveau begegnet man bereits auf der ganzen Ostseite den ausströmenden Bewegungen, gerade so in dem Schneekoppenniveau. Das in den »warmen« Zyklonen so abweichende Mt. Ventouxniveau schmiegt sich hier in den kalten Zyklonen gut den Strömungsverhältnissen der niedrigeren Schneekoppe und der höheren Bjelašnica an. Obir, der in den äußeren Druckstufen des Westsektors eine Spaltung der Nordströmung zeigt, zeigt auch die Verschiebung des Zentrums des Wirbels zum NW-Sektor. Damit stimmt auch Säntis überein. Midi weicht, den Strömungsverhältnissen nach, nicht sehr viel ab von dem niedrigeren Säntis und höheren Sonnblick (den SW-Sektor ausgenommen, wo eine starke Nordkomponente herrscht). Und schließlich ist auch die Verschiebung des Zentrums des Wirbels in dem Sonnblickniveau gegen NW deutlich bemerkbar. Diese Verschiebung ist in der warmen Zyklone stärker, mit anderen Worten: Der Neigungswinkel der Achse des Wirbels (zur horizontalen Ebene) ist kleiner in der warmen als in der kalten Zyklone. Das bestätigen auch die Cirruszüge in den beiden Zyklonen. Die Luftströmungen in der Höhe der Cirruswolken sind bedeutend stärker durch den kalten zyklonalen Wirbel beeinflußt als durch den warmen, dessen Scheitel wahrscheinlich zu dem Cirrusniveau nicht mehr hinaufragt; man kann also schließen, daß der kalte zyklonale Wirbel eine größere Mächtigkeit hat als der warme.

Was die Temperatur betrifft, repräsentiert die kalte Zyklone einen mäßig kalten bis kalten Körper. Die Rückseite ist kälter als die Stirnseite. Zeichnet man die Gebiete der extremen Abweichungen aller Höhenlagen in ein Zyklonenfeld ein, so entsteht Fig. 3, die der Fig. 1 sehr ähnlich ist. Man sieht wiederum die Spaltung und das Herabsteigen der kalten Nordströmung auf der Rückseite der kalten Zyklone; nur

auf der Frontseite sind die warmen Gebiete mehr zusammengehäuft, mehr in der kalten Zyklone als in der warmen.

Die Temperaturänderungen in der kalten Zyklone: Es ist bewiesen worden, daß die warme Zyklone auf ihrem Zuge gegen Mitteleuropa bedeutende Änderungen der Temperatur erfährt, und zwar, daß sie sich in ihrem ganzen Körper erwärmt. Man trage die mittleren Abweichungen der Temperatur der ein-

Fig. 3.



Winterhälfte. Sommerhälfte.

Die Strömungsverhältnisse in der kalten Zyklone.

zelnen Sektoren aller Höhenstationen der kalten Zyklone in das Koordinatensystem: Höhe—Temperaturabweichung ein! (Siehe Fig. 2.) Wie verschieden ist diese Kurve von derjenigen in der warmen Zyklone! Die Abweichungen in der ganzen $1^1/_2$ *km* Schichte sind in der kalten Zyklone in jedem Sektor (für sich allein) fast konstant oder schwach (innerhalb möglicher Fehler) schwankend. Die Abweichungen der Temperaturen in den Stationen von Westeuropa schmiegen sich an diejenigen von Mitteleuropa gut an. Man kann also wieder nur das wiederholen, was schon in diesem Kapitel bei der Besprechung der Strömungsverhältnisse der kalten Zyklonen gesagt wurde: Die kalte Zyklone stellt eine Schlußphase in der Entwicklungsgeschichte der Zyklonen dar.

Wenn man das Auftreten der kalten Zyklone in Europa mittels der täglichen Wetterkarten verfolgt, so sieht man, daß ihr Auftreten etwas verschieden ist von dem der warmen Zyklonen. Bei diesen ist die Antizyklone ein auffallendes Begleitphänomen, bei den »kalten« Zyklonen ist dies nicht der Fall. Die kalte Zyklone stellt in ihrem Auftreten einen unabhängigen, selbständigen Wirbel dar; ihre Bewegung ist langsam, unbestimmt, manchmal stationiert sie ein, zwei Tage und bildet mehrere Kerne.

Ich lasse hier aus jedem Monate ein Beispiel folgen:

Jahr, Monat und Tag			Gebiet	Die Lage des Zentrums des Gebietes	Temperatur auf dem Sonnblick	Die Bezeichnung des Gebietes nach der Temperatur
1893	Jänner	14.	Zyklone	Berlin	— 20·0 NW	Kalt
		15.	»	Genf	— 21·4 WSW	»
		16.	»	Rom	— 20·0 NNE	Mäßig kalt
		17.	»	Neapel	— 23·6 NNW	Kalt

Jahr, Monat und Tag			Gebiet	Die Lage des Zentrums des Gebietes	Temperatur auf dem Sonnblick	Die Bezeichnung des Gebietes nach der Temperatur
1898	Februar	3.	Zyklone	Stockholm	— 14·8 N	Mäßig warm
		4.	»	Kopenhagen	— 19·8 SW	Kalt
		5.	»	Florenz, Wilna	— 20·8 N	»
1895	März	29.	»	Shields	— 11·8 NW	Mäßig warm
		30.	»	Norwich	— 12·0 SW	Mäßig kalt
	April	1.	—	—	—	—
		2.	Zyklone	Sarajevo	— 9·6 S	Kalt
1896	April	12.	»	Skagen	— 10·6 W	»
		13.	»	Gries	— 13·0 WNW	»
		14.	»	Lesina	— 17·8 E	»
		15.	»	Ost-Ungarn	—	—
1895	Mai	16.	Zyklone mit 2 Kernen	—	—	—
		17.	Zyklone	Sarajevo	— 15·2 NNW	Kalt
		18.	»	Magdeburg	— 11·6 WSW	»
		19.	»	Helder	— 8·6 SW	»
		20.	»	?	— 6·6 W	»
1894	Juni	11.	»	Memel	— 1·2 WSW	Mäßig kalt
		12.	»	Swinemünde	— 8·6 ENE	Kalt
		13.	»	Riga	— 9·2 NE	»
		14.	»	»	— 8·4 ESE	»
1899	Juli	1.	»	Shields	— 1·6 NE	Mäßig warm
		2.	»	»	+ 0·4 SSE	Mäßig kalt
		3.	»	Berlin	— 7·2 NW	Kalt
		4.	»	Hamburg	— 4·4 WSW	»
1905	August	27.	»	Nordsee	—	—
		28.	»	»	—	—
		29.	»	Berlin	— 3·8 NE	Mäßig kalt
		30.	»	Memel	— 5·7 NW	Kalt
	September	23.	»	Biscaya	—	—
		24.	»	Isle d'Aix	— 3·7 SW	Kalt
		25.	»	Paris	— 2·0 W	Mäßig warm
		26.	»	Sylt, Agram	— 4·2 W	Kalt
1896	Oktober	16.	»	Paris	— 7·8 SSE	»
		17.	»	»	— 8·0 SW	»
		18.	»	Skudesnäs u. Mittel-Italien	— 7·2 WSW	Mäßig kalt
		19.	»	Norwich	— 7·0 SW	Kalt
		20.	»	Passau	— 4·6 E	?
		21.	»	Hernösand, Paris	— 6·2 SW	Mäßig kalt

Jahr. Monat und Tag			Gebiet	Die Lage des Zentrums des Gebietes	Temperatur auf dem Sonnblick	Die Bezeichnung des Gebietes nach der Temperatur
1903	November	28.	Zyklone	Münster i. W.	— 15·7 WSW	Kalt
		29.	»	Brest, Berlin	— 8·9 WNW	Mäßig warm
		30.	»	Perpignan, Münehen	— 13·4 WSW	Kalt
	Dezember	1.	»	Krakau, Nizza	— 13·4 WSW	»
1901		13.	»	Grisnez	— 15·0 SW	Mäßig kalt
		14.	»	»	— 10·2 SW	Mäßig warm
		15.	»	Memel	— 16·6 WNW	Kalt

Man kommt also bei dieser Diskussion der Charakteristika der beiden Wirbel zu dem Schlusse, daß der Wirbel der warmen Zyklone eine jüngere Phase, während der Wirbel der kalten Zyklone eine ältere, mehr entwickelte oder Schlußphase in der Entwicklungsgeschichte der Zyklonen darstellt.

C. Freie Atmosphäre.

Die Temperaturverhältnisse der warmen und der kalten Zyklonen, wie sie hier auf Grund der Data der Bergobservatorien geschildert wurden, stehen in vollem Einklange mit den Daten der freien Atmosphäre. Das hier in Betracht kommende Material besteht aus den Aufstiegen der Drachen, Drachenballons und der bemannten Fahrten. Da das Zahlenmaterial ziemlich spärlich ist, wurde das Feld der Zyklone bloß in acht Sektoren geteilt (N, NE etc.). Bearbeitet wurde bloß die Temperatur. Die mittlere Abnahme der Temperatur für jeden Monat ist den Tafeln Prof. Bersons in den preußischen aeronautischen Publikationen entnommen. Die Tabellen, die hier folgen (p. 57 und 58 [123 und 124]), bestätigen allgemein das, was schon bei der Diskussion der Resultate aus den Bergobservatorien gezeigt wurde:

1. In den Zyklonen der beiden Jahreshälften können — in bezug auf die mittlere Temperaturabnahme mit der Höhe — in jedem Monat starke Temperaturschwankungen von großen negativen zu großen positiven Abweichungen vorkommen.

2. Die tiefsten Temperaturen zeigt — wie in den warmen, so auch in den kalten Zyklonen — die rechte Rückseite, die höchsten die rechte Frontseite.

Ballons sondes. Was diese Gattung der Aufstiege betrifft, so beschränkt sich das Material auf fünf Tage der internationalen Simultanfahrten, und zwar des 6. Oktober 1904 (warme Zyklone), 2. März 1905, 29., 30. und 31. August 1905 (kalte Zyklone). Die Tabellen der Temperaturabweichungen, denen die Gewichtstabellen vorausgehen, zeigen, daß der Charakter der Abweichung nicht bloß auf die tieferen Schichten beschränkt ist, sondern bis zu hohen Schichten hinaufragt. Die warme Zyklone zeigt positive Abweichungen bis zur Höhe von 10 *km*, die kalte Zyklone negative Abweichungen gleichfalls bis zu dieser Höhe. Dr. A. Wagner gibt in seiner Arbeit über die Temperaturverhältnisse der freien Atmosphäre in der Tabelle 52 (p. 161) ein Beispiel einer warmen Zyklone, wo die positiven Abweichungen der Rückseite viel höher hinaufreichen. Allgemein aber gilt, daß man oberhalb der Höhe zirka 10 *km* eine Umkehr findet: Über der warmen Zyklone begegnet man negativen Abweichungen, über der kalten positiven Abweichungen.

Freie Atmosphäre.

(Drachen, Drachenballons, bemannte Ballons.)

	Warme Zyklone								Kalte Zyklone							
Höhe *m*	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen). — Winterhälfte																
500	—	—	11	8	4	6	2	—	3	—	9	4	6	2	5	—
1000	—	—	10	8	4	6	1	—	2	—	8	4	5	2	5	—
1500	—	—	10	6	4	5	1	—	1	—	7	4	5	2	4	—
2000	—	—	9	4	3	4	1	—	—	—	6	4	3	—	2	—
2500	—	—	4	2	2	1	—	—	—	—	4	3	3	—	1	—
3000	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	4	2	2	—	—	—
3500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—	—	—	—
Gewicht (Zahl der Beobachtungen). — Sommerhälfte																
500	—	—	10	3	7	1	3	—	3	—	9	2	6	1	7	3
1000	—	—	10	2	7	1	3	—	3	—	9	2	6	1	4	2
1500	—	—	8	2	4	—	3	—	2	—	6	2	5	1	1	1
2000	—	—	8	2	3	—	1	—	1	—	5	2	4	—	1	—
2500	—	—	4	2	1	—	—	—	1	—	4	2	2	—	—	—
3000	—	—	2	1	—	—	—	—	1	—	3	1	2	—	—	—
3500	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—
Temperaturabweichung. — Winterhälfte																
500		—	+ 1·5	+ 4·5	+ 2·2	+ 1·1	(−1·1)	—	− 2·9	—	− 0·2	− 0·2	− 0·0	(−3·4)	− 3·4	—
1000	—	—	+ 4·1	+ 3·7	+ 1·5	− 0·3	(−1·5)	—	− 3·1	—	− 0·4	− 1·2	− 1·2	(−5·1)	− 4·5	—
1500	—	—	+ 4·9	+ 2·2	+ 0·6	− 2·1	(−4·6)	—	− 4·1	—	− 0·8	− 1·9	− 3·3	(−6·6)	− 6·4	—
2000	—	—	+ 3·4	+ 2·4	+ 0·1	− 0·9	(−6·0)	—	—	—	− 0·3	− 2·1	− 5·0	—	(−4·4)	—
2500	—	—	+ 2·4	(+4·0)	(−3·2)	(−3·2)	—	—	—	—	− 0·6	− 2·1	− 6·3	—	(−3·3)	—
3000	—	—	—	(+4·9)	(−0·8)	—	—	—	—	—	− 1·2	[−1·5[	− 5·9	—	—	—
3500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	[−1·7]	[−1·4]	—	—	—	—
Temperaturabweichung. — Sommerhälfte.																
500	—	—	+ 4·3	(+4·6)	− 2·1	(−5·7)	− 1·5	—	− 2·2	—	− 2·0	(+1·4)	− 3·4	(−2·9)	− 3·9	− 5·3
1000	—	—	+ 4·6	(+7·1)	− 1·7	(−6·0)	− 0·3	—	− 2·1	—	− 2·2	(+1·5)	− 3·9	(−2·8)	− 2·8	− 4·4
1500	—	—	+ 4·8	(+7·1)	− 2·4	—	− 1·0	—	(−3·6)	—	− 2·5	(+1·3)	− 4·1	(−2·0)	(−2·8)	—
2000	—	—	+ 3·5	(+6·5)	− 2·4	—	(−1·7)	—	(−2·9)	—	− 2·1	(+1·3)	− 4·9	—	(−2·1)	—
2500	—	—	+ 3·3	(+3·9)	− 3·6	—	—	—	(−1·0)	—	− 1·6	(−0·1)	(−2·7)	—	—	—
3000	—	—	(+2·9)	(+4·9)	—	—	—	—	(−0·9)	—	− 1·3	(+0·1)	(−3·4)	—	—	—
3500	—	—	(+1·4)	—	—	—	—	—	—	—	(−0·4)	—	(−6·4)	—	—	—

Freie Atmosphäre.

(Ballons sondes.)

Warme Zyklone (Winter)

km	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)																
N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—
SE	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	—	—	—
S	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3	2	1	1	1	—
SW	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
W	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NW	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Temperaturabweichung																
N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E	−1·8	−2·9	−3·8	−3·9	−3·8	−3·3	−2·5	−2·5	−3·7	−5·5	—	—	—	—	—	—
SE	+1·9	+1·5	−1·0	−3·5	−3·9	−4·3	−2·3	−5·2	−9·2	−7·1	−4·2	−2·7	−3·1	—	—	—
S	+1·8	+5·0	+6·3	+7·4	+8·4	+8·8	+8·8	+8·2	+8·2	+4·4	−1·4	−5·4	−3·5	−3·2	−3·2	—
SW	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
W	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NW	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Kalte Zyklone (Sommer)

km	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)																
N	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—
NE	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	—	—	—	—	—
E	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—
S	6	6	6	6	6	5	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2
SW	10	10	10	10	10	8	7	7	7	7	5	3	3	3	3	2
W	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—
NW	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	—	—	—	—	—
Temperaturabweichung																
N	−14·5	−12·8	−15·9	−14·5	−16 9	−20·3	−22·8	−21·4	−20·6	− 9·9	—	—	—	—	—	—
NE	− 8·2	− 8·0	− 6·0	− 5·8	− 4·8	− 4·7	− 4·4	− 2·4	− 3·0	− 4·8	− 8·3	—	—	—	—	—
E	− 7·3	− 6·7	− 4·9	− 4·6	− 2·6	− 0·3	+ 1·6	+ 4·4	+ 6·4	+ 6·3	+ 6·4	+ 5·3	+ 4·0	+ 2·8	+ 1·4	+0·3
SE	− 5·9	− 7·5	− 8·6	− 9·0	− 7·8	− 9·5	−11·1	−10·5	−10·8	− 5·6	—	—	—	—	—	—
S	− 6·7	− 7·5	− 7·5	− 7·1	− 8·6	− 7·3	− 7·7	− 8·3	− 5·7	− 0·2	+ 4·2	+ 7·9	+ 8·1	+ 7·6	+ 6·5	+4·3
SW	− 4·0	− 4·3	− 5·2	− 6·2	− 6·9	− 7·1	−10·2	− 1·3	− 9·5	− 1·7	+ 3·2	+ 3·8	+ 4·2	+ 3·4	+ 1·8	+2·5
W	− 7·7	− 6·7	− 7·8	−10·3	−12·8	−15·2	−17·0	−18·1	− 6·7	+ 1·0	+ 7·3	—	—	—	—	—
NW	−14·5	−15·3	−17·0	−17·8	−19·0	−20·9	−22·9	−22·1	−18·3	−12·0	− 3·5	—	—	—	—	—

Die Zyklonen und die Antizyklonen.

(Die Zusammenstellung der Resultate der beiden Arbeiten.)

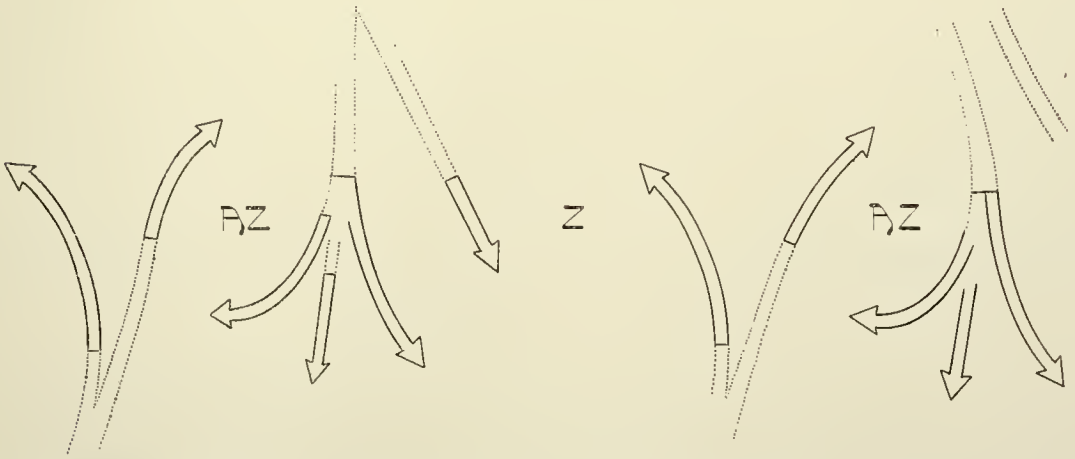
Vergleicht man die Resultate, zu welchen ich in dieser Arbeit gekommen bin, mit denjenigen in der zitierten Arbeit über die Antizyklonen, so wird klar, daß das Gegenstück zur »kalten« Antizyklone eine »warme« Zyklone ist, und zur »warmen« Antizyklone eine »kalte« Zyklone.

Die warme Zyklone und die kalte Antizyklone stellen uns in ihren meteorologischen Verhältnissen eine Phase aus der Zeit ihres Anfangsstadiums ihrer Entwicklung dar, worauf auch die Veränderungen ihrer meteorologischen Verhältnisse hinweisen. Die Wirbel der beiden sind seicht, mit stark nach »rückwärts geneigten Achsen«, ihr Temperaturunterschied bedeutend. Ihre Temperaturverhältnisse erfüllen die Forderungen der thermischen Theorie: Der Körper der kalten Antizyklone besteht hauptsächlich aus den kalten Massen der Nordströmung, also aus schwerer Luft, die durch ihr eigenes Gewicht sinkt und sich unter die warme Südströmung schiebt, die ihrerseits den Körper der warmen Zyklone erzeugt.

Das Paar: die warme Antizyklone und die kalte Zyklone stellen in ihren meteorologischen Verhältnissen die Schlußphase in der Entwicklungsgeschichte der beiden Wirbel dar, wie das auch die fast unveränderten meteorologischen Verhältnisse der beiden Wirbel (auf ihrem Wege über Europa) beweisen. Der Temperaturunterschied der beiden Wirbel ist weitaus nicht so groß wie in dem ersten Falle; die Mächtigkeit der beiden Wirbel ist bedeutend und ihre »Achsen« sind »steiler«. Dieses Paar erfüllt die Forderungen der dynamischen Theorie: Der Körper der warmen Antizyklone besteht aus kalten Luftmassen der Nordströmung, die sich aber durch den Abstieg von hohen Niveaus dynamisch erwärmen. Der Körper der kalten Zyklone besteht aus den Luftmassen der warmen Südströmung, die sich durch den Aufstieg dynamisch abkühlen.

Man stelle sich graphisch die Strömungsverhältnisse dieser beiden Typen, des thermischen und des dynamischen nach der Fig. 7 (p. 235) in der zitierten Abhandlung über die Antizyklonen und nach der Fig. 1 und 3 in dieser Arbeit dar. (Abgebildet in Fig. 4 A und Fig. 5 B.) Die ausgezogenen Linien geben

Fig. 4 A.

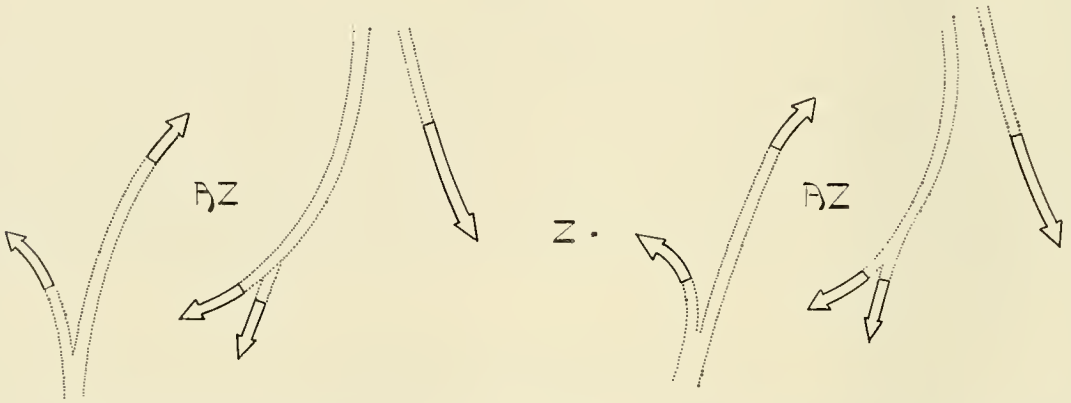


uns die Bewegungsrichtung in der betrachteten Schicht in der Mächtigkeit von zirka 2 *km* vom Sonnblick- bis zum Brockenniveau. Die gestrichelte Linie bezeichnet die wahrscheinliche Extrapolation der Strömungen für die höheren Luftschichten. Diese beiden Figuren A und B zeigen eine Ähnlichkeit; man

sieht deutlich die beiden Strömungen, die kalte Nordströmung und die warme Südströmung, wie sie sich spalten und links- und rechtsdrehend die Wirbel der Zyklone und der Antizyklone erzeugen. Ich komme auf solche Weise zu der Darstellung der Luftströmungen, wie schon seinerzeit Prof. Bigelow kam.[1] Prof. Bigelow erhielt diese Darstellung der Luftströmungen in den Zyklonen und Antizyklonen — auf welchen er auch seine Gegenströmungstheorie der Zyklonen und Antizyklonen gründete — aus den Resultaten der Beobachtungen der Luftströmungen. Zu Fig. A und B komme ich auf anderer Grundlage; aus den Beobachtungen der Temperaturverhältnisse.

Diese Figuren A und B zeigen uns noch etwas mehr, und zwar sie geben uns eine rohe Vorstellung über die vertikalen Komponenten der Luftströmungen in den beiden Typen. Man sieht deutlich, daß die Vertikalkomponente der Luftbewegung in der betrachteten Luftschicht von 2 *km* stärker ist in Fig. B (warme Antizyklone, kalte Zyklone) als in Fig. A (kalte Antizyklone, warme Zyklone). Zu den Verhältnissen, die in Fig. B veranschaulicht sind, und die uns, wie schon erwähnt, die Schlußphase der Entwicklung darstellen, kommt man aus Fig. A durch die Vorstellung, daß sich »in Fig. A« eine ausgeprägte Vertikalzirkulation einstellt. Durch Einführung einer solchen Zirkulation ändern sich auch dynamisch die Temperaturverhältnisse der beiden Wirbel: die niedrige Temperatur der Antizyklone steigt, die hohe Temperatur der Zyklone sinkt.

Fig. 5 B.



Aus der Beschreibung des Auftretens der Zyklonen und Antizyklonen ist bekannt, daß das thermische Paar: die kalte Antizyklone und die warme Zyklone zumeist Gebilde von ausgeprägter Fortpflanzungsgeschwindigkeit sind, während das dynamische Paar, die warme Antizyklone und die kalte Zyklone vorwiegend durch unbestimmte langsame Bewegungen und durch Stationieren gekennzeichnet werden.

Man vergegenwärtige sich den Vorstoß einer kalten Nordströmung, die von höheren zu niedrigeren Breiten vorrückt und da eine thermische Antizyklone hervorruft. Diese Strömung, in relativ ruhigere Schichten mit ihrer gewissen Plusgeschwindigkeit eindringend, erleidet eine bestimmte Hemmung. Je stärker ihre horizontale Komponente der Geschwindigkeit gehemmt wird, um so mehr muß die vertikale Komponente, die infolge der kalten schweren Luftmassen eine Richtung von oben nach unten hat, gewinnen. Die kalte Luft wird gewaltsam gezwungen herabzusteigen, erwärmt sich dynamisch und vergrößert den Luftdruck an der Erdoberfläche.[2] Bei der warmen Südströmung ist der Prozeß ein entgegengesetzter. So könnte man den Übergang von Fig. A zu Fig. B erklären.

---

[1] Siehe zum Beispiel das Diagramm Nr. 69 gegenüber der Seite 626 in dessen bekannter Abhandlung: Report on the internacional cloud observations. Report of the Chief of the Weather Bureau, Vol II. Washington 1900. Prof. Bigelow sagt dort (p. 626): A current of air from the northwest at about the stratocumulus level shows a tendency to split into two parts, the southern curling into a high area and the northern curling in the opposite direction into the low area. This splitting and the curling tendency is greatly reinforced by a current of the air from the south, which does precisely the same thing, the western branch curling into the low area and the eastern branch curling into the high area etc.

[2] Das entspricht auch direkten Beobachtungen, siehe p. 237 (75) meiner Arbeit über die Antizyklonen.

Man könnte da die Frage aufwerfen: Müssen sich in allen Fällen, wenn einmal eine solche Zirkulation hervorgerufen wurde, in der Schlußphase der Entwicklung der beiden Wirbel solche thermische Fälle einstellen, daß die Antizyklone wärmer als die Zyklone wird, oder kann sie in einigen Fällen doch kälter bleiben? — Beide meine Arbeiten haben gezeigt, daß neben den dynamischen Vorgängen für die thermischen Verhältnisse der Wirbel der Zyklone und Antizyklone auch die Temperaturänderungen der beiden sie ernährenden Gegenströmungen wichtig sind. So wurde nachgewiesen, daß die warme Zyklone auf ihrem Einzuge in Mitteleuropa sich in ihrem ganzen Körper erwärmt. Dabei entwickelt sie sich gewiß, es ist also die Entwicklung des zyklonalen Wirbels mit Erwärmung (!) verbunden, also das entgegengesetzte, was man erwarten würde, wenn allein die dynamischen Faktoren tätig wären (das ist die dynamische Abkühlung der aufsteigenden warmen Luft). Ein ähnlicher Fall liegt bei der kalten Antizyklone vor, die bei ihrem Vorrücken gegen Mitteleuropa noch kälter wird. Man sieht also, daß der Wärmeinhalt dieser Gegenströmungen und seine Änderungen imstande sind, nicht nur die dynamischen Vorgänge der Temperatur in beiden Wirbeln zu kompensieren, sondern sich auch geradezu über dieselben hinaus geltend machen.

Man nehme zum Beispiel an, daß die Temperatur jeder dieser Gegenströmung konstant ist und bleibt. Durch die Entwicklung der beiden Wirbel (der Zyklone und Antizyklone) nach aufwärts steigt die Temperatur der kalten Antizyklone und die der warmen Zyklone sinkt. Der Betrag der Temperaturänderungen auf dem dynamischen Wege ist abhängig von der Entwicklung jedes der beiden Wirbel nach aufwärts. Da diese Entwicklung nach aufwärts ihre Grenze hat (man sage zum Beispiel bis zur isothermen Schichte), so ist auch der Betrag der dynamischen Erwärmung beziehungsweise Abkühlung bestimmt (begrenzt). Man betrachte zum Beispiel zwei Gegenströmungen von bedeutendem Temperaturunterschiede, dann muß bei dem durch diese entwickelten Paare (Zyklone und Antizyklone) auch in dem Endzustande die Antizyklone kalt, die Zyklone warm bleiben. Solchen Fällen begegnet man in den östlichen Teilen der Kontinente der nördlichen Halbkugel, zum Beispiel in den Vereinigten Staaten. Von NW, von den kalten westlichen Provinzen Kanadas, kommen »kalte Wellen« und begegnen den »warmen Wellen« aus dem W-Sektor der subtropischen Antizyklone. Die Unterschiede ihrer Temperaturen sind sehr groß, wie es viele Beispiele beweisen. Die kalte Welle erzeugt eine thermische Antizyklone, die warme Welle eine thermische Zyklone. Auf ihrem Wege über die Staaten nach New-England erfahren sie Temperaturänderungen: Die herabsteigende Luft der kalten Antizyklone erwärmt sich, die aufsteigende Luft der warmen Zyklone kühlt sich ab; doch diese dynamischen Änderungen der Temperatur sind zu schwach. Beide Wirbel bleiben seicht [1], der Körper der Antizyklone bleibt kalt, der der Zyklone warm.

Ähnliche Zustände wie in Nordamerika wird man vielleicht auch bei den Zyklonen und Antizyklonen des ostasiatischen Monsungebietes finden.

Solche Verhältnisse, wo den kalten Nordströmungen fortwährend die warmen Südströmungen entgegenkommen, treffen wir gewiß nicht in allen Meridianen. Es ist ja auch nicht notwendig, sich den Luftaustausch zwischen höheren und niedrigeren Breiten bloß auf solche Weise zu erklären. Ich denke, es genügt, daß das eine Mal da eine Nordströmung, dort in einem anderen Meridiane — zeitlich verschieden — eine Südströmung auftritt. Eine derartige Strömung wird auch genügen zur Erzeugung eines thermischen Paares (Zyklone und Antizyklone). Eine solche Strömung, die eine bedeutende Fortpflanzungsgeschwindigkeit besitzt, dringt in relativ ruhigere Schichten, spaltet sich, ihr linksdrehender Zweig erzeugt mit der Luft der Umgebung einen zyklonalen Wirbel, ihr rechtsdrehender einen antizyklonalen.

---

[1] Wie seicht diese beiden Wirbel bleiben, kann man aus ihrem Einflusse auf den Zug der Cirruszüge schätzen. Man sehe die Diagramme in der Abhandlung von H. H. Clayton nach: Discussion of the cloud observations. Annals of the astronomical observatory of Harvard College. Vol XXX. Part IV. Cambridge 1896, und zwar Plate XIII für »Cirrocumulus level« und »Altocumulus level«. Die Luftströmungen im Altocumulus-Niveau zeigen in der durchschnittlichen Zyklone und Antizyklone in der Umgebung des Blue Hill eine ausgesprochene Ähnlichkeit mit dem Zuge der Luftströmungen im Cirrusniveau im Gebiete der durchschnittlichen europäischen warmen Zyklone und kalten Antizyklone (siehe Tafel I in dieser Arbeit). Dies beweist, daß die Wirbel des durchschnittlichen thermischen Paares in Amerika seichter sind als die in Europa.

Daß es vielleicht auf solche Weise zustande kommt, schließe ich aus den Strömungsverhältnissen im Ben Nevisniveau, die bereits in dem Kapitel »Warme Zyklone« besprochen wurden. Zum Beispiel die Südströmung, die in höhere Breiten vordringt, erzeugt mit dem linksdrehenden Zweige eine »warme Zyklone«, mit dem rechtsdrehenden eine »mäßig kalte« Antizyklone. Ebenso erzeugt eine kalte Nordströmung, in niedrigere Breiten eindringend, eine »kalte« Antizyklone und eine »mäßig warme« Zyklone. Die Anfangszustände der beiden Wirbel entsprechen den Forderungen der thermischen Theorie, die Temperaturunterschiede der beiden Wirbel sind aber gering, nicht so wie es in Nordamerika der Fall ist. Entwickeln sich nun beide Wirbel nach aufwärts, so erlangen bei dem geringen Temperaturunterschiede der beiden Wirbel die dynamischen Temperaturvorgänge ein derartiges Übergewicht, daß in dem Schlußstadium der Entwicklung jene Verhältnisse sich einstellen, die die dynamische Theorie verlangt.

Zusammenstellung der Resultate. Faßt man die in beiden Arbeiten gefundenen Ergebnisse kurz zusammen, so kann man sagen:

1. Der Austausch der Luft zwischen den höheren und niedrigeren Breiten wird durch horizontale Konvektionsströmungen vermittelt.[1] (Bigelow's Gegenströmungstheorie.)

2. Diese Konvektionsströmungen geben Anlaß zur Ausbildung des thermischen Paares, der kalten Antizyklone und der warmen Zyklone. Beide Wirbel sind seicht und weisen eine ausgeprägte Fortpflanzungsgeschwindigkeit auf.

3. Wird das thermische Paar in seiner, im allgemeinen von W nach E gerichteten Fortbewegung durch das Eindringen in relativ ruhigere Luftmassen gehemmt, so nimmt dadurch die vertikale Komponente der Luftbewegung in beiden Wirbeln zu. Diese entwickeln sich nach aufwärts und erleiden dynamische Änderungen der Temperatur: Der Körper der Antizyklone wird erwärmt, der der Zyklone abgekühlt.

4. Ob die Zustände der Endphase der Entwicklung dadurch charakterisiert werden, daß der antizyklonale Wirbel wärmer wird als der zyklonale, hängt von dem Unterschiede der Temperaturen der beiden, die Wirbel erzeugenden Gegenströmungen ab:

a) Wenn der Unterschied ein geringer ist und sich die beiden Wirbel bis zu großen Höhen entwickeln, so stellen sich Temperaturzustände ein, wie es die dynamische Theorie verlangt (Mehrzahl der europäischen Zyklonen und Antizyklonen).

b) Ist aber der Unterschied ein großer und können sich die beiden Wirbel infolge geringer Hemmung ihrer großen Fortpflanzungsgeschwindigkeit nicht nach aufwärts entwickeln, dann bleiben ihre Temperaturzustände solche, wie es die thermische Theorie verlangt (Mehrzahl der amerikanischen Zyklonen und Antizyklonen).

[1] Es liegt der Gedanke nahe zu fragen: Haben diese horizontalen Konvektionsströmungen — die kalten und die warmen Wellen — nicht ganz bestimmte Radiationspunkte, von welchen sie vorwiegend auszugehen pflegen? Es ist zum Beispiel bekannt, daß der Radiationspunkt der kalten Wellen von Nordamerika in den westlichen Provinzen von Kanada liegt. Die Arbeit von Prof. H. v. Fieker über die Kälte- und Wärmewellen in Rußland und Nordasien (Sitzb. der Wiener Akad. Bd. CXIX, 1910; Bd. CXX. 1911, 2*a*) zeigt, daß das Ausgangsgebiet der kalten Wellen des asiatischen Kontinents an der Küste des Eismeeres. etwa zwischen 30° bis 90° östl. v. Gr., zu suchen sei. Es liegt also gewisse Ähnlichkeit vor, was die geographische Lage des Ausgangsgebietes der kalten Wellen zu den beiden Kontinenten betrifft: derselbe liegt nordwestlich in Bezug zum Kontinent.

Diese Arbeit schließend, fühle ich mich verpflichtet, an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen dem Herrn Hofrat Prof. Dr. J. v. Hann, auf dessen Anregung hin auch diese Arbeit unternommen wurde, ferner dem Herrn Prof. Dr. W. Trabert, Direktor der k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien, der mir das zur Durchführung dieser Untersuchung notwendige Material aus der Bibliothek der Zentralanstalt bereitwilligst zur Verfügung stellte.